



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AMBIENTAL**

“Eficiencia de biosorción de mezcla “*Mangifera indica*” y “*Citrus reticulada*” para la remoción de plomo del canal de regadío–Matucana, 2018”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Ambiental

AUTORA:

Br. Escalante Tucno, Elena Brigitt

ASESOR:

Dr. Juan Julio Ordoñez Galvez

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de los residuos sólidos

LIMA - PERÚ

2018

PÁGINA DEL JURADO

DEDICATORIA

A mi familia, sobre todo a mi madre pues ella fue el principal apoyo en los momentos difíciles para mi desarrollo de investigación, siendo mi inspiración de poder superarme cada día y siempre ser una persona perseverante.

A mis hermanos, por su amor y comprensión al estar conmigo en todo momento, a la vez a mis amistades y docentes de la Universidad César Vallejo, quienes fueron parte de toda mi carrera profesional y culminar una de mis metas trazadas.

AGRADECIMIENTO

Principalmente a dios, por darme buena salud y tener la dicha de ser parte de una hermosa familia que siempre me apoyo en cada decisión que tome, así mismo me motivo a seguir superándome en cada obstáculo que se me cruzaba durante mi vida universitaria.

A la vez a la Universidad César Vallejo, por aceptarme ser parte de su casa de estudio y sobre todo permitirme ser una profesional en lo que me gusta.

Y para finalizar a mi asesor Dr. Julio Ordoñez Gálvez por su apoyo incondicional y haber tenido el tiempo de dedicación a la vez paciencia para guiarme durante el proyecto y desarrollo de tesis.

DECLARATORIA DE AUTENCIDAD

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Elena Brigitt Escalante Tucno con DNI N° 75205169, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son autentico y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Los Olivos, 06 de Diciembre del 2018



Elena Brigitt Escalante Tucno

DNI N° 75205169

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería ambiental, Escuela Ingeniería Ambiental, presento ante ustedes la Tesis titulada “EFICIENCIA DE BIOSORCIÓN DE MEZCLA MANGIFERA INDICA Y CITRUS RETICULADA PARA LA REMOCIÓN DE PLOMO DEL CANAL DE REGADÍO-MATUCANA 2018”

La Autora.

Elena Brigitt Escalante Tucno

DNI N° 75205169

ÍNDICE

| | |
|---|------|
| PÁGINA DEL JURADO | ii |
| DEDICATORIA | iii |
| AGRADECIMIENTO | iv |
| DECLARATORIA DE AUTENCIDAD | v |
| PRESENTACIÓN | vi |
| ÍNDICE DE TABLAS | xi |
| ÍNDICE DE FIGURAS | xiii |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS | xv |
| ÍNDICE DE FÓRMULAS | xv |
| RESUMEN | xvi |
| ABSTRACT | xvii |
| I. INTRODUCCIÓN | 18 |
| 1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA | 19 |
| 1.1 TRABAJOS PREVIOS | 20 |
| 1.2 Teorías relacionadas al tema | 23 |
| 1.2.1 Contaminación..... | 23 |
| 1.2.2 Contaminación de agua por metales pesados | 24 |
| 1.2.3 Plomo | 24 |
| 1.2.4 Estándar de calidad ambiental (ECA) | 24 |
| 1.2.5 Parámetros fisicoquímicos..... | 25 |
| 1.2.6 Métodos para la eliminación de metales pesados..... | 27 |
| 1.2.7 Proceso de biosorción | 29 |
| 1.2.8 Mangifera indica: | 30 |
| 1.2.9 Citrus reticulada | 31 |

| | | |
|--------|--|----|
| 1.3 | Formulación del problema | 32 |
| 1.3.1 | Problema General..... | 32 |
| 1.3.2 | Problemas específicos..... | 32 |
| 1.4 | Justificación del estudio..... | 33 |
| 1.5 | Hipótesis..... | 34 |
| 1.5.1 | Hipótesis general..... | 34 |
| 1.5.2 | Hipótesis específicas..... | 34 |
| 1.6 | Objetivo..... | 34 |
| 1.6.1 | Objetivo general..... | 34 |
| 1.6.2 | Objetivo específicos | 34 |
| II. | MÉTODO..... | 35 |
| 2.1 | Diseño de investigación..... | 35 |
| 2.1.1 | Tipo..... | 35 |
| 2.1.2 | Diseño | 35 |
| 2.1.3 | Nivel..... | 38 |
| 2.2 | VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN | 39 |
| 2.3 | POBLACIÓN, MUESTRA, MUESTREO..... | 40 |
| 2.3.1. | Población | 40 |
| 2.3.3. | Muestreo | 42 |
| 2.4 | TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD | 43 |
| 2.4.1 | Técnica | 43 |
| 2.4.2 | Instrumento | 43 |
| 2.4.3 | Procedimiento de la metodología | 45 |
| 2.4.4 | Validación y confiabilidad del instrumento | 75 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 2.5 | MÉTODO DE ANÁLISIS | 77 |
| 2.6 | ASPECTOS ÉTICOS | 77 |
| III. | RESULTADOS | 78 |
| 3.1 | Resultados iniciales de los parámetros fisicoquímicos..... | 78 |
| 3.1.1 | Resultados de los parámetros fisicoquímicos de la caracterización de la muestra de agua | 78 |
| 3.1.2 | Medición del metal pesado (plomo)..... | 82 |
| 3.2 | Resultados finales después del tratamiento | 85 |
| 3.2.1 | Resultados de la eficiencia de remoción de plomo en el agua del canal de regadío | 87 |
| 3.3 | Resultados de los parámetros fisicoquímicos después del tratamiento..... | 90 |
| 3.4 | Resultados de la capacidad de adsorción generados por la mezcla de Mangifera indica y Citrus reticulada..... | 97 |
| 3.5 | Resultado de diseño de la planta piloto..... | 101 |
| 3.6 | RESULTADOS ESTADÍSTICOS | 102 |
| 3.6.1 | Concentración final de plomo | 102 |
| 3.6.2 | Parámetros fisicoquímicos..... | 105 |
| 3.6.3 | Capacidad de adsorción | 114 |
| IV. | DISCUSIÓN | 118 |
| V. | CONCLUSIONES | 120 |
| VI. | RECOMENDACIONES | 121 |
| VII. | REFERENCIAS | 122 |
| VIII. | ANEXOS | 126 |
| | ANEXO 1: INSTRUMENTO 1 - FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS..... | 126 |

| | |
|--|-----|
| ANEXO 2: INSTRUMENTO 2 - FICHA DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA EN CAMPO..... | 127 |
| ANEXO 3: INSTRUMENTO 3 - FICHA DE RESULTADO DE PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS..... | 128 |
| ANEXO 4: INSTRUMENTO 4 - Ficha de resultado de plomo inicial y final | 129 |
| ANEXO 5: MATRIZ DE CONSISTENCIA | 130 |
| ANEXO 6: RESULTADOS DE MUESTRA DE LABORATORIO..... | 131 |
| ANEXO 7: RESULTADOS DE PRIMER TRATAMIENTO | 132 |
| ANEXO 8: RESULTADOS DEL SEGUNDO TRATAMIENTO | 133 |
| ANEXO 9: RESULTADOS DEL TERCER TRATAMIENTO..... | 134 |
| ANEXO 10: RESULTADOS PRUEBA PILOTO | 135 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla N° 1: Ventajas y desventajas de los mecanismos de captación de iones metálicos | 28 |
| Tabla N° 2: Taxonomía de Mangifera Indica | 30 |
| Tabla N° 3: Taxonomía de Citrus Reticulada | 31 |
| Tabla N° 4: Diseño experimental la dosis vs el tiempo | 38 |
| Tabla N° 5: Operacionalización de variables | 39 |
| Tabla N° 6: Área de trabajo..... | 40 |
| Tabla N° 7: Georreferenciación del lugar de muestreo | 42 |
| Tabla N° 8: Muestreo en el canal de regadío | 42 |
| Tabla N° 9: Cuadro resumen de las técnicas e instrumentos para la recolección de datos | 44 |
| Tabla N° 10: Materiales y equipos | 46 |
| Tabla N° 11: Materiales y reactivos utilizados | 52 |
| Tabla N° 12: Materiales y reactivos | 53 |
| Tabla N° 13: Datos obtenidos al medir el ancho del canal de regadío | 58 |
| Tabla N° 14: Datos de medición para el método de la boya flotante | 59 |
| Tabla N° 15: Proporciones y mallas de las cáscaras | 61 |
| Tabla N° 16: Proporciones de las cáscaras | 62 |
| Tabla N° 17: Validación por expertos | 75 |
| Tabla N° 18: INSTRUMENTO 1 - Ficha de recolección de datos | 75 |
| Tabla N° 19: INSTRUMENTO 2- Ficha de recolección de la muestra en campo | 76 |
| Tabla N° 20: INSTRUMENTO 3 - Ficha de resultado de parámetros fisicoquímicos | 76 |
| Tabla N° 21: INSTRUMENTO 4 - Ficha de resultados de plomo inicial y final..... | 77 |
| Tabla N° 22: Cuadro de resultados de parámetros fisicoquímicos in situ | 78 |
| Tabla N° 23: Resultados de parámetros en laboratorio | 78 |
| Tabla N° 24: Resultados del oxígeno disuelto in situ | 79 |
| Tabla N° 25: Resultados de oxígeno disuelto en laboratorio | 79 |
| Tabla N° 26: Resultados de la demanda química de oxígeno en laboratorio..... | 80 |
| Tabla N° 27: Relación entre el DBO Y DQO | 80 |
| Tabla N° 28: Resultados de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅) en laboratorio | 81 |

| | |
|---|-----|
| Tabla N° 29: Resultados de los sólidos totales (ST) en laboratorio | 81 |
| Tabla N° 30: Resultados de los sólidos disueltos (SD) en el laboratorio | 82 |
| Tabla N° 31: Resultados por absorción atómica..... | 82 |
| Tabla N° 32: Resultados iniciales de la mezcla “Mangifera indica” y “Citrus reticulada”..... | 84 |
| Tabla N° 33: Resultados obtenidos en campo..... | 84 |
| Tabla N° 34: Resultados iniciales y finales de plomo (pb) del agua del canal de regadío - Matucana | 86 |
| Tabla N° 35: Resultados del primer tratamiento | 87 |
| Tabla N° 36: Resultados del segundo tratamiento | 87 |
| Tabla N° 37: Resultados del tercer tratamiento..... | 88 |
| Tabla N° 38: Resultados promedios de los tratamientos | 88 |
| Tabla N° 39: Resultado resumen de los diferentes tratamiento antes y post tratamiento | 91 |
| Tabla N° 40: Resultados promedio de los parametros fisicoquimicos para el primer tratamiento | 92 |
| Tabla N° 41: Resultados de parámetros fisicoquímicos del segundo tratamiento | 94 |
| Tabla N° 42: Resultados de parámetros fisicoquímicos del tercer tratamiento..... | 96 |
| Tabla N° 43: Resultados de capacidad de adsorción del primer tratamiento | 98 |
| Tabla N° 44: Resultados de la capacidad de adsorción para el segundo tratamiento..... | 98 |
| Tabla N° 45: Resultados de capacidad de adsorción para el tercer tratamiento | 99 |
| Tabla N° 46: Resultados promedios de los tratamientos | 99 |
| Tabla N° 47: Resultados iniciales del diseño de la planta piloto | 101 |
| Tabla N° 48: Resultados en diferentes tiempos para la remoción de plomo | 101 |
| Tabla N° 49: Prueba de normalidad de shapiro- wilk por cada tratamiento realizado | 102 |
| Tabla N° 50: Prueba de ANOVA de un factor | 103 |
| Tabla N° 51: Comparación de diferencias significativas | 103 |
| Tabla N° 52: Prueba de normalidad por shapiro- wilk..... | 106 |
| Tabla N° 53: Prueba de t- student | 106 |
| Tabla N° 54: Prueba de normalidad para datos de temperatura..... | 108 |
| Tabla N° 55: Prueba de t-student | 108 |
| Tabla N° 56: Prueba de normalidad para datos de conductividad eléctrica..... | 110 |

| | |
|--|-----|
| Tabla N° 57: Prueba de t-student | 110 |
| Tabla N° 58: Pruebas de normalidad para datos de potencial redox | 112 |
| Tabla N° 59: Prueba de t-student | 112 |
| Tabla N° 60: Prueba de normalidad para datos de capacidad de adsorción | 114 |
| Tabla N° 61: Prueba de ANOVA..... | 114 |
| Tabla N° 62: Comparación de diferentes significativas | 115 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| FIGURA N° 1: Estándar de Calidad Ambiental..... | 25 |
| FIGURA N° 2: Diagrama de procedimiento experimental | 37 |
| FIGURA N° 3: Mapa de la ubicación de la zona de estudio | 40 |
| FIGURA N° 4: Lugar de la zona de estudio | 41 |
| FIGURA N° 5: Toma de muestra de agua del canal de regadío | 41 |
| FIGURA N° 6: Identificación de la toma de muestra | 46 |
| FIGURA N° 7: Toma de muestra y acondicionamiento de la muestra | 47 |
| FIGURA N° 8: Medición de parámetros in situ | 47 |
| FIGURA N° 9: Procedimiento del oxígeno disuelto en campo | 48 |
| FIGURA N° 10: Muestras para la medición de parámetros fisicoquímicos | 49 |
| FIGURA N° 11: Procedimiento para la titulación | 50 |
| FIGURA N° 12: Añadiendo la muestra en la probeta | 51 |
| FIGURA N° 13: Muestra de OD..... | 51 |
| FIGURA N° 14: Añadiendo la muestra y el blanco en los tubos de ensayo..... | 52 |
| FIGURA N° 15: La muestra en el termo reactor | 53 |
| FIGURA N° 16: La muestra OD después de 5 días | 54 |
| FIGURA N° 17: Colocando las muestras en la estufa..... | 56 |
| FIGURA N° 18: Pesado de las muestras | 56 |
| FIGURA N° 19: Medición del ancho del canal de regadío..... | 58 |
| FIGURA N° 20: Medición para el método de la boya flotante | 59 |
| FIGURA N° 21: Primer día del secado de las cascaras | 60 |

| | |
|--|----|
| FIGURA N° 22: Después de 30 días | 60 |
| FIGURA N° 23: Cáscaras de Mangifera indica y Citrus reticulada | 61 |
| FIGURA N° 24: Recipientes rotulados | 63 |
| FIGURA N° 25: Rotulación de botellas | 63 |
| FIGURA N° 26: Rotulación para segundo y tercer tratamiento | 63 |
| FIGURA N° 27: Procedimiento con la malla 55 mm..... | 64 |
| FIGURA N° 28: Añadiendo la proporción | 64 |
| FIGURA N° 29: Pesado de la malla 35 mm con 25 gramos | 65 |
| FIGURA N° 30: Pesado de las cáscaras..... | 65 |
| FIGURA N° 31: Colocando las cáscaras en las botellas rotuladas | 66 |
| FIGURA N° 32: Proceso de filtración del 1er tratamiento de 24 horas | 66 |
| FIGURA N° 33: Proceso de filtración para el 2do tratamiento de 24 horas | 67 |
| FIGURA N° 34: Proceso de filtración para el 3er tratamiento | 67 |
| FIGURA N° 35: Proceso de filtración para el 1er tratamiento | 67 |
| FIGURA N° 36: Proceso de filtración para el 2do y 3er tratamiento | 68 |
| FIGURA N° 37: Proceso de filtración para el primer tratamiento | 68 |
| FIGURA N° 38: Proceso de filtración para el 2do y 3er tratamiento en 72 horas..... | 68 |
| FIGURA N° 39: Muestras del tratamiento digestales | 69 |
| FIGURA N° 40: Medición de los parámetros fisicoquímicos | 70 |
| FIGURA N° 41: Procedimiento en el pesado de las cáscaras | 70 |
| FIGURA N° 42: Incineración de la mezcla de las cáscaras | 71 |
| FIGURA N° 43: Pesado de las muestra en la balanza analítica..... | 71 |
| FIGURA N° 44: Diseño de planta piloto | 72 |
| FIGURA N° 45: Pesado de la mezcla de las cáscaras | 73 |
| FIGURA N° 46: Añadiendo la mezcla de las cáscaras al recipiente | 73 |
| FIGURA N° 47: Retiro de las muestras | 74 |
| FIGURA N° 48: Medición de los parámetros | 74 |
| FIGURA N° 49: Muestras de la prueba piloto | 74 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|---|-----|
| GRÁFICA N° 1: Resultados de concentración de plomo | 83 |
| GRÁFICA N° 2: Corte transversal del canal de regadío | 85 |
| GRÁFICA N° 3: Promedio de eficiencia de remoción en 24 horas | 89 |
| GRÁFICA N° 4: Promedio de eficiencia de remoción de 48 horas | 89 |
| GRÁFICA N° 5: Promedio de eficiencia de remoción en 72 horas | 90 |
| GRÁFICA N° 6: Resultados de temperatura vs pH | 93 |
| GRÁFICA N° 7: Resultados de CE..... | 93 |
| GRÁFICA N° 8: Resultados Temperatura vs. pH | 95 |
| GRÁFICA N° 9: Resultados de CE..... | 95 |
| GRÁFICA N° 10: Resultado de TEMPERATURA vs PH..... | 96 |
| GRÁFICA N° 11: Resultados de la CE | 97 |
| GRÁFICA N° 12: Promedio de capacidad de adsorción en 24 horas | 100 |
| GRÁFICA N° 13: Promedio de capacidad de adsorción en 48 horas | 100 |
| GRÁFICA N° 14: Capacidad de adsorción de 72 hrs. | 100 |

ÍNDICE DE FÓRMULAS

| | |
|---|----|
| FÓRMULA N° 1: Ecuación de mecanismos de adsorción | 29 |
| FÓRMULA N° 2: Ecuación de eficiencia de remoción | 30 |
| FÓRMULA N° 3: Ecuación de oxígeno disuelto | 51 |
| FÓRMULA N° 4: Ecuación de DQO. | 53 |
| FÓRMULA N° 5: Ecuación de DBO5 | 54 |
| FÓRMULA N° 6: Ecuación de ST..... | 55 |
| FÓRMULA N° 7: Ecuación de solidos disueltos | 56 |
| FÓRMULA N° 8: Ecuación de SST..... | 57 |
| FÓRMULA N° 9: Ecuación de caudal | 57 |
| FÓRMULA N° 10: Ecuación de velocidad | 57 |
| FÓRMULA N° 11: Ecuación de área de corte | 57 |

RESUMEN

El desarrollo de investigación se realizó atendiendo a la problemática de contaminación de los recursos hídricos con metales pesados a causa del desarrollo de actividades mineras que vierten sus residuos como efluentes a la cuenca del Rio Rímac, teniendo como consecuencias , la contaminación del metal pesado plomo en los canales de regadíos , como el caso de la problemática del canal de regadío del distrito de Matucana, las que están afectando a la flora y fauna de los ecosistemas, como también al ganado vacuno, que pastorea en la zona. Por lo tanto, afectando por cadena trófica al ser humano, por lo expresado el desarrollo de investigación se realizó mediante métodos no convencionales para la eliminación de iones metálicos, siendo uno de los principales componentes a utilizar los materiales orgánicos porque son de bajo costo, fácil de conseguir y eficiente en la remoción del metal pesado plomo que existe en el agua. En el proceso de biosorción, se tuvo como objetivo principal determinar la eficiencia de biosorción de mezcla “*Mangifera indica*” y “*Citrus reticulada*” para la remoción de plomo. La cual fue evaluada la muestra de agua del canal de regadío, siendo la concentración inicial de plomo 0.1680 mg/L, la cual fue caracterizada por parámetros físicos-químicos iniciales del agua, mediante el método estándar del agua. Donde se utilizaron tamaños de mallas de (55, 35 y 15 milímetros) en relación a la dosis de (50, 25 y 12.5 gramos), a través de tiempo de (24, 48 y 72 horas) con un volumen de 500 ml de agua del canal de regadío. Siendo estas evaluadas por espectrofotometría de absorción atómica. Llegándose a determinar un porcentaje de remoción de plomo en el agua de 63%.

Palabras claves: Biosorción, remoción, espectrofotometría

ABSTRACT

The research development was carried out in response to the problem of contamination of water resources with heavy metals due to the development of mining activities that discharge their waste as effluents to the Rímac River basin, with the consequences of heavy metal lead contamination in irrigation channels, as in the case of the problem in the irrigated canal of the district of Matucana, which are affecting the flora and fauna of the ecosystems, as well as cattle, which pasture in the área. Therefore, affecting human chain by trophic chain, so the research development was carried out by non-conventional methods for the elimination of metal ions, being one of the main components to use organic materials because they are inexpensive, easy to get and efficient in removing the heavy metal lead that exists in the water. In the biosorption process, the main objective was to determine the biosorption efficiency of the mixture mangifera indica and citrus crosslinked for the removal of lead. The water sample from the irrigation canal was evaluated, the initial lead concentration being 0.1680 mg / L, which was characterized by initial physical-chemical parameters of the water, using the standard water method. Where sizes of meshes of (55, 35 and 15 millimeters) were used in relation to the dose of (50, 25 and 12.5 grams), through time of (24, 48 and 72 hours) with a volume of 500 ml of water of the irrigation canal. Being evaluated by atomic absorption spectrophotometry. A percentage of lead removal in the water of 63% was determined.

Keywords: Biosorption, removal, spectrophotometry

I. INTRODUCCIÓN

El agua es esencial para el desarrollo socioeconómico, siendo un vínculo crucial entre la sociedad y el medio, a la vez el suministro de agua insuficiente y la creciente demanda de agua para satisfacer las necesidades comerciales, agrícolas y humana (ONU, 2017). Lo cual la insalubridad del medio puede ser mortal, principalmente en los niños, ya que son susceptibles a la contaminación del agua, ya que sus órganos y su sistema inmunitario se están desarrollando, a la vez sus vías respiratorias (OMS, 2017).

El Perú es un país altamente minero, es el cuarto productor de plomo en el mundo, producida por la explotación minera formal e informal, así como los relaves productos de esta actividad, contaminan al medio (Banco Mundial, 2005).

La inadecuada disposición de relaves mineros y desmonte, causan drenaje ácido, filtraciones y contaminan cuerpos acuíferos, ya que contienen altas concentraciones de químicos y metales pesados, lo que ocasionaría efectos negativos en los ecosistemas. Como es el caso río Rímac, ya que descargan contaminantes de tipo industrial, minero metalúrgico, lo que deteriora la calidad del recurso hídrico, siendo este el abastecimiento para Lima y Callao (OEFA, 2017).

Uno de los tratamientos amigables al medio es la técnica de la Biosorción, que consiste en retirar los iones metálicos con biomasas vivas o muertas de un medio líquido o sólido, mediante una interacción física-química del metal con grupos funcionales de la superficie celular, a la vez siendo eficiente y de bajo costo y disminuyendo el impacto ambiental generado sobre el medio el cual se descarga.

Es por esto, que la presente investigación propone como alternativa tratar las aguas con metales pesados provenientes del río Rímac, con biomasas como la mezcla de la cascara de mandarina y mango, ya que estos residuos contienen en sus composición presencia de lignina, celulosa, hemicelulosa, lignocelulosica, el hidroxilo, carboxilo, por lo que tienen la capacidad de enlazar los iones metálicos con la superficie. Lo cual se realizara en diferentes tamaños y concentraciones, con el fin de una óptima remoción del plomo, en donde posteriormente se podría aplicar de manera in situ en el canal de regadío - Matucana.

1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA

Actualmente en el Perú existen muchos pasivos ambientales que se han generado a través del tiempo, cuando no existía una normativa para el manejo de los desechos mineros como son: desmontes, relaves. Los cuales fueron depositados en lugares muy cercas a las orillas de los ríos o en muchos de los casos han sido depositados en las lagunas, llegando estas a ser más volumen que la misma laguna, quedando estas inutilizadas con la perdida de todos los ecosistemas acuáticos y aéreos que existían en la zona.

Las causas de la contaminación del ecosistema, se deben a dos tipos básicamente: Desde el punto de vista natural, se refiere a que en la naturaleza existen sustancias químicas que forman parte de la Litósfera, Atmósfera, Hidrósfera y Biósfera, que al interactuar dinámicamente producen efectos nocivos para el ser humano; Desde el punto de vista antrópico, toda actividad minera que se desarrolla en una zona tiene resultados de impactos ambientales severos, debido a que no se cumple la normativa de seguimiento, control en el proceso de la obtención del mineral económico, por lo tanto, podemos decir que la acción antrópica genera cambios drásticos mucho más rápido que los naturales.

La contaminación de aguas por metales pesados es un problema ambiental, debido a que el uso de reactivos químicos de alta peligrosidad son empleados para la recuperación del mineral como el cobre, mercurio, plomo, cadmio, zinc, oro y cromo, ya que no pueden ser biodegradables y tienden a bioacumularse y bioamplificarse, provocando efectos tóxicos e intolerancia al medio (Ministerio de Agricultura y Pesca Alimentación y Medio Ambiente, 2018, parrf.3)

En la sierra de Lima, el cerro Tamboraque en Matucana, provincia Huarochirí a lado de la carretera central y a poca distancia del Rio Rímac, contienen componentes tóxicos, como residuos mineros que amenazan con contaminar el cuerpo de agua, debido a los movimientos sísmicos de la zona, lo que afectaría a la población de la capital.

OEFA (2017), menciona que existen 17 relaves formales a lo largo de todo el rio Rímac, donde hay contaminantes como arsénico, plomo, cadmio, aluminio y otros residuos mineros.

Debido a esta situación se consideró importante la realización de un análisis experimental el 15 de agosto del 2018 a las 9:00 am en el cual se tomó una muestra de agua del Rio Rímac en la zona del puente Tamboraque km 88 de la carretera central, provincia de Huarochirí, lo cual se analizó el metal plomo, cuyo valor fue 0.289 mg/l superando los valores de estándar de calidad

de agua en la categoría 3 de riego de vegetales y bebidas de animales, según el decreto supremo N° 004-2017- MINAM. Frente a esta problemática que existe en la zona se decidió evaluar en el canal de regadío pueblo libre, distrito Matucana, mediante un análisis químico que dio como resultado 0.1680 mg/l de plomo en el agua quedando así demostrado que la problemática existente dio lugar a la caracterización del agua del canal de regadío los cuales fueron los siguientes parámetros como: oxígeno disuelto (OD) , Demanda química de oxígeno (DQO), Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), Sólidos totales, sólidos disueltos, sólidos suspendidos totales, y parámetros físicos y químicos del agua como pH, conductividad eléctrica, temperatura, potencial redox.

Por tal razón, el desarrollo de investigación busco alternativas ecológicamente amigable al medio ambiente y que sean viable desde el punto de vista económico, para el tratamiento de las aguas contaminadas con plomo en el canal de regadío- pueblo libre del Río Rímac, distrito Matucana, de la provincia de Huarochirí mediante la elaboración de la mezcla "*Mangifera indica*" y "*Citrus reticulada*".

1.1 TRABAJOS PREVIOS

Parraga, L. (2018). En su tesis titulada **“Eficacia de bioadsorción mediante la mezcla de la cascara de Lima y Naranja a diferentes concentraciones de las aguas del Río Rímac”**. Tuvo como objetivo principal determinar la eficacia de la mezcla de cascara de lima y naranja a diferentes niveles de concentración como proceso de bioadsorción para reducir plomo, en donde su metodología consistía en la prueba de jarras a diferentes número de mallas y concentraciones por un tiempo constante de 24 horas y los resultados comprueba la eficacia de la mezcla de estos residuos para la remoción de plomo que fue 60.7%, además con un temperatura 20.7 a 21.5°C y su pH disminuyo entre 3.94 a 4.75 siendo un pH ácido, en tanto su conductividad eléctrica estuvo en el rango de 810 a 1577 us /cm.

Chacaltana, G. (2018). En su tesis titulada **“Uso de borra de café como bioadsorbente para la remoción de cadmio y plomo disuelto en el agua del Río Añasmayo sector la perla- Huaral”**. Demuestra que el uso de la borra de café para remoción de plomo y cadmio fue eficiente, usando como metodología en el pre tratamiento fue lavado de hidróxido de sodio para hidrolizar los grupos funcionales de la borra de café y uno natural sin modificación química, se realizó en diferentes números de mallas y dosis por un tiempo de 1 hora, manteniendo su pH de 6. Dando

como resultado la remoción mayor de plomo disuelto 94.05% con una dosis de 30 gramos y cadmio fue de 96.54% con una dosis de 30 gramos con la muestras tratadas con hidróxido de sodio, asimismo su capacidad de adsorción para cadmio fue de 0.1549 mg de cadmio disuelto/g de borra de café y para plomo fue 0.1419 mg plomo disuelto/g borra de café

Según Malik, D; [et al]. (2017). En su artículo **“La eliminación de metales pesados de celulósicas emergentes adsorbentes a bajo costo: una revisión”**. Afirma que la contaminación por metales pesados es uno de los principales problemas en el medio, mediante una revisión de las diferentes tecnologías para minimizar el impacto de iones metálicos tóxicos, como precipitación química, intercambio iónico, proceso de membrana, electrodiálisis, la osmosis inversa, de flotación, coagulación química, método electroquímico, el carbón activado y adsorción, por lo cual se encontró que la adsorción es muy eficiente, de bajo costo de diversos materiales de desecho, de subproducto industriales, residuos agrícolas, ya que la técnica de bioadsorbentes mayormente son desechos agrícolas y de plantas como: fibras, hojas, raíces, cascaras, cortezas, tallos y semillas. Y están compuestos de principalmente de celulosa, hemicelulosa, lignina y extractos y muchos compuestos tales como lípidos, almidón, hidrocarburo, proteínas simples y cenizas, por lo que se adhieren a los contaminantes tóxicos en la superficie.

Verdugo, J. (2017). En su trabajo experimental **“Bioadsorción de iones de plomo y cromo procedentes de aguas residuales utilizando la cascara de la mandarina (citrus reticulata var. clementina)”**. Comprueba que la capacidad de bioadsorción de plomo y cromo en aguas residuales mediante la cascara de mandarina, con el proceso de bioadsorción variaron parámetros: como el tamaño de partícula de la cascara de mandarina (menores 0.3mm; entre 0.3-0.6 mm y mayores 0.6 mm), tiempo de agitación de 2 horas y concentraciones de los metales, y se halló la influencia del pH en la capacidad de adsorción mediante el modelo matemático con una regresión lineal polinómica de tercer orden. Y mediante el estudio de isotérmico se halló la retención de metales de los biosorbentes como 39,68 mg plomo/g y 20.53 mg cromo/g obtenido por langmuir y los valores de Freundlich fueron $K=1,32$; $n=1,42$ para el plomo y $k=2.98$; $n=2,2$ para el cromo, lo cual es óptimo su pH para el plomo y cromo de 4,0, siendo el tamaño de partícula menores a 0.3 mm eficaz para la bioadsorción con la cascara de mandarina.

Ramírez, M. (2016). En su tesis **“Bioadsorción de cobre, cadmio y manganeso con cascara de naranja de las aguas de la laguna Colquicocha”**. Se basó en demostrar la capacidad de

bioadsorción de cobre, cadmio y manganeso con cascara de naranja. Mediante la metodología de preparación del bioadsorbente de naranja activada y sin activar variando sus concentraciones (1.5, 3,5 gr por litro), con tiempo de residencia de 10 horas siendo óptimo. Dando como resultado de la reducción de cobre hasta 0.02 mg/l con 5 gr de cascara de naranja activada es decir el 66.67% de cadmio en 0.041 mg/l con 5 gr de cascara de naranja que representa 84% y manganeso hasta 3.68% con 5 gr de cascara de naranja que representa una reducción de 53.97% respecto a sus concentraciones iniciales, siendo el pH 7.5 de la laguna.

Según Algara, J. (2015). En su trabajo de investigación **“Evaluación de un filtro de biomasa (cascara de limón mandarina; citrus-limonía) para remoción de cromo III presente en solución acuosa”**. Afirma que al evaluar la biosorción en modo semi-batch de cromo trivalente con biomasa, fijada dentro de un filtro de columna, elaborando el biosorbente del limón mandarina, luego medir el efecto del pH, para la biosorción de Cr (III) se utilizó una disolución de nitrato de cromo en agua para asegurar la concentración deseada, posteriormente las muestras son analizadas , realizando cuatro series experimentales variando el pH, concentración de biosorbente y tiempo de contacto, y los modelos matemáticos. Dando como resultado la biosorción de Cr (III) alcanza la capacidad máxima de sorción antes de los 120 min, con el modelo pseudo-segundo orden el mejor se ajusta, y siendo veraz el pH 4, en la remoción de Cr (III) de filtro de cascara de limón mandarina es de 40%.

Gutiérrez, C; et al. (2013). En su revista científica **“Evaluación del poder biosorbente de cascara de naranja para la eliminación de metales pesados Pb (II) Y Zn (II)”**. Se basó en evaluar la capacidad de biosorción de la biomasa, en la cual utilizaron cascara de naranja dulce, en la que variaron parámetros como el pH, tamaño de partícula del material biológico, concentración del contaminante, cantidad de biomasa, temperatura, tiempo de contacto y tipo de tratamiento. Generándose 8 experimentos por duplicado diferentes por cada metal con el diseño factorial youden y steiner. Resultando en el experimento 04, el mayor porcentaje de Pb (II) fue 99.5 % con capacidad de remoción de 9.39 mg/g con cascara de naranja, con un pH 5, tamaño de partícula 0.4mm, concentración de metal 80 ppm, cantidad de cascara de naranja 0.5 g y el tiempo de 2 horas con temperatura de 50 °C, y para el Zn (II) se adquirió en el experimento 03 fue 99.5% con capacidad de remoción 9.95 mg/g de cascara de naranja con pH 5, tamaño de partícula 0.48 mm, concentración de metal 100 ppm, cantidad de cascara 0.5 g, y el tiempo de 4 horas con temperatura 25°C.

Según Saeed, A; Kalim, I. (2009). En su investigación de **“Caracterización de la capacidad de adsorción e investigación de Mecanismo de Cu^{+2} , Ni^{+2} y Zn^{+2} Adsorción sobre Pelar el mango residuos de solución de metal Constituidos y con genuino galvanoplastia de Efluentes”**. Se basó en la capacidad de adsorción de los residuos de cascaras de mango para eliminar Cu^{+2} , Ni^{+2} y Zn^{+2} , demostró que en el proceso depende del pH donde la adsorción máxima es de pH 5 a 6. Dando como resultado la adsorción máxima de los iones de metales pesados en el equilibrio fue 46,09; 39,75; y 28,21 mg/g de Cu^{+2} , Ni^{+2} y Zn^{+2} , y los tres metales se ajustan bien el modelo de isoterma de adsorción de Langmuir, lo que la liberación de cationes de metales alcalinos y alcalinotérreos (Na^{+} , K^{+} , Ca^{+2} , Mg^{+2}) y los protones H^{+} de cascaras de mango, durante la absorción de Cu^{+2} , Ni^{+2} y Zn^{+2} , revela que el intercambio iónico era el principal mecanismo de sorción. Las cascaras de mango, ha demostrado tener el potencial de eliminar eficazmente la eliminación de iones metálicos.

Según Urbina, C; et al. (2008). En su revista **“Uso de la semilla de mango variedad haden para la remoción de cromo hexavalente de soluciones acuosas”**. Se basó en evaluar la remoción de cromo hexavalente [Cr (VI)] y cromo total por la capa externa de la semilla de mango, su metodología para determinación de la concentración de cromo (VI) fue por el método de 1,5- difenilcarbohidrazida. Dando como resultado que la capa externa de la semilla fue capaz de disminuir significativamente la concentración de Cr (VI) , desde 102 mg/l hasta 1.56 mg/l en 120 h. En conclusión se mostró que la capa externa de la semilla es capaz de remover Cr (VI) , mediante la transformación del Cr (VI) a Cr (III) , y la biosorción de cromo por la cascara de la semilla de mango es la quimisorción. Y las capacidades máximas de remoción de cromo (VI) y de cromo total de la capa externa de la semilla de mango fueron 100.44 y 53,5 mg/g, así como la formación de Cr (III) fue 47,37 mg/g a las 120 h de contacto.

1.2 Teorías relacionadas al tema

1.2.1 Contaminación

Se señala a la presencia en el ambiente de cualquier agente químico, físico o biológico dañinos para la salud o bienestar de la población, asimismo afectan a la flora y fauna del ambiente. Siendo causantes los desechos urbanos e industriales, los drenados de la agricultura y de minas, los derrames de sustancias toxicas (Orozco, 2011).

1.2.2 Contaminación de agua por metales pesados

Los metales pesados al estar en contacto con el agua son persistentes, siendo ocasionada por vía antrópica y natural, por lo no pueden ser degradados o creados, ni mediante procesos biológicos ni antrópico, ya que al entrar al medio acuático, se transforman por procesos biogeoquímicos y se distribuyen en varias especies como material particulado, coloidal y especies disueltas. Una de las fuentes de contaminación son los lixiviados vertidos de aguas residuales (Reyes, 2016).

1.2.3 Plomo

Siendo un metal pesado toxico color gris azulado que habita de forma natural en la corteza terrestre y ha sido expuesto en el medio, debido a fuentes fijas o móviles contaminantes antrópico.

1.2.3.1 El plomo como contaminante ambiental

Se da a partir de distintas fuentes ya sea natural o antrópica, como en la explotación minera, la metalúrgica, actividades de fabricación y reciclaje, asimismo la producción de baterías de plomo para vehículos, a la vez son colocadas como aditivo de la gasolina y pinturas con plomo. Por lo que las partículas de plomo al emitirse al aire se sitúan en el polvo, el suelo, agua y los alimentos (Organización Mundial de la Salud, 2018).

1.2.3.2 Efectos en la salud del plomo

La población puede estar expuesta al plomo toxico en el medio en periodos largos, a través de la inhalación de plomo y la ingestión de polvo, agua o provisiones contaminados. Lo que causa anemia, retraso en el desarrollo en los niños, hipertensión, disfunción renal, asimismo efectos cardiovasculares y neurológicos como afectaciones al sistema nervioso central periférico (Rodríguez, 2016).

Según el instituto de sanimetría y Evaluación Sanitaria con datos de 2015 estimo “la exposición al plomo causo 494550 muertes y la pérdida de 9,3 millones de años de vida ajustados en función de la discapacidad” (Organización Mundial de la Salud, 2018, parrf. 16). Por lo que es un problema de interés para la población.

1.2.4 Estándar de calidad ambiental (ECA)

Es un instrumento de gestión ambiental, adscrito al Ministerio de agricultura y riego la autoridad nacional del agua (ANA), lo cual fue publicado el 7 de junio del 2017 mediante el

decreto supremo N° 004-2017- MINAM. Define como la medida del nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físico, químicos y biológicos presentes en el agua, aire o suelo en su condición como cuerpo receptor. Para el desarrollo de investigación se tomaron en cuenta los parámetros fisicoquímicos e inorgánicos como plomo. Comparándolo con los valores establecidos que se encuentran en la categoría 3: riego de vegetales y bebidas de animales, ya que la zona de muestreo indico que los pobladores utilizan el agua para su agricultura, como se observa en la Figura N° 1.

| PARAMETROS | UNIDADES DE MEDIDA | D1: RIEGO DE VEGETALES | | D2: BEBIDAS DE ANIMALES |
|---|------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| | | AGUA PARA RIEGO NO RESTRINGIDO | AGUA PARA RIEGO RESTRINGIDO | BEBIDAS DE ANIMALES |
| FISICOS Y QUIMICOS | | | | |
| Color (b) | Color verdadero escala Pt/Co | 100 (a) | | 100 (a) |
| conductividad | µS/cm | 2500 | | 5000 |
| Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅) | mg/L | 15 | | 15 |
| Demanda química de oxígeno(DQO) | mg/L | 40 | | 40 |
| Oxígeno disuelto | mg/L | ≥4 | | ≥5 |
| Potencial de hidrogeno (pH) | Unidad e pH | 6.5-8.5 | | 6.5-8.4 |
| Temperatura | °C | ▲ 3 | | ▲ 3 |
| INORGANICOS | | | | |
| Plomo | mg/L | 0.05 | | 0.05 |

Fuente: D.S.004-2017-Estándar de calidad ambiental

FIGURA N° 1: Estándar de Calidad Ambiental

1.2.5 Parámetros fisicoquímicos

a. pH:

Es un parámetro importante en el proceso de la biosorción del metal, ya que determina el valor de la sustancia ácida, básica o neutra (Teves, 2016).

b. Temperatura:

Es un parámetro importante en el proceso de la biosorción, ya que es una medida del calor o enfriamiento de un cuerpo (Sotil, 2016).

c. Conductividad eléctrica (CE)

Es un indicador de medida de la capacidad de agua para transmitir corriente eléctrica, sus resultados reportan en las unidades de microsiems/cm (μS/cm). Depende de la presencia de la concentración de iones y de la temperatura del agua (Sotil, 2016).

d. Potencial redox (Eh)

Es un parámetro que nos indica si una sustancia es agente oxidante o reductor, si son agentes reductores quiere decir que tienen un alto potencial de transferencia de electrones y si son agentes oxidantes tiene bajo potencial de transferencia de electrones (Teves, 2016).

e. Oxígeno disuelto (OD)

Medida de la cantidad de oxígeno disuelto en el agua, es un indicador importante de cuan contaminada está el agua y cuan bien puede dar soporte esta agua a la vida vegetal y animal de un determinado ecosistema, generalmente, un nivel más alto de oxígeno disuelto indica una mejor calidad de agua y si se encuentra a baja concentraciones, quiere decir que el agua tiene alta carga orgánica (Sotil, 2016).

f. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅)

Estima la velocidad con la que las bacterias o microorganismos consumirán el oxígeno necesario para la biodegradabilidad de la materia orgánica (Teves, 2016).

g. Demanda química de oxígeno (DQO)

Indica la cantidad de compuestos oxidables que se tiene en el agua, pueden variar la muestra con la concentración del reactivo, la temperatura y con el periodo de contacto. Se diferencia con el DBO ya que esta es la oxidación biológica y DQO es oxidación química (Teves, 2016).

h. Turbidez

Es una medida el cual nos indica el grado de falta de transparencia en el agua, debida a la presencia de partículas en suspensión (Sotil, 2016).

i. Solidos totales disueltos (STD)

Constituye una medida de la parte de sólidos, en una muestra de agua, es decir es el residuo seco, que contiene materia orgánica e inorgánica (Sotil, 2016).

1.2.6 Métodos para la eliminación de metales pesados

Siendo métodos no convencionales para eliminar los iones de metales pesados, como la utilización de biomasa, ya que tienen afinidad por los metales pesados y son de bajo costo su aplicación y eficaz.

1.2.6.1 Adsorción:

Es un proceso, en la que una sustancia sólida hace que sustancia líquida se concentren en la superficie de la misma. Por lo que la sustancia que se concentra en la superficie se denomina adsorbato y la que retiene se llama adsorbente. La adsorción se aplica para deshumidificar aire y otros gases y eliminar olores e impurezas desagradables de gases (Treybal, 2012).

1.2.6.2 Biosorción:

Es un proceso fisicoquímico que incluye adsorción y absorción de moléculas e iones, este método consiste en la remoción de metales pesados por diferentes materiales de origen biológico, por lo que se encuentran en abundancia y su transformación a biosorbente es de bajo costo.

Se identifica por la captación pasiva de iones donde el contaminante metálico en el medio acuoso se intercambia un catión de los metales por interacciones electrostáticas a los sitios aniónicos unido a la biomasa (viva o muerta), a través de mecanismo como la adsorción o el intercambio iónico (Bravo, 2015, 15p).

-Mecanismos para la captación de metales pesados por la biomasa, como se observa en la Tabla N° 1.

a) Bioadsorción:

Es un proceso de adsorción física que utiliza un sólido (conocido como agente adsorbente), como materia orgánica (biomasa), ya sea viva o muerta. En la bioadsorción el contaminante no penetra la pared celular del agente adsorbente, ya que se queda en contacto con ella. Asimismo, la biomasa este viva o no sigue teniendo en la pared celular los mismos grupos funcionales, por lo que el efecto de atracción se mantiene intacta sobre los contaminantes (Escalona, 2017).

b) Bioacumulación:

Se refiere a la absorción de especies metálicas en la parte interna de las células por lo que solicita actividad metabólica de biomasa vivas (Villanueva, C. 2006).

-Material Biosorbente:

Son desechos agrícolas están compuestos principalmente por la hemicelulosa, lignina y también pueden incluir los lípidos, almidón, azúcares simples y proteínas, lo cual el almidón tiene una gran cantidad de grupos funcionales cuya presencia de estos grupos dan lugar a ser considerados como materiales potencialmente aprovechables en la adsorción de contaminantes presentes en solución acuosa (Tejada, 2014).

En este caso para el desarrollo de investigación, se utiliza biomasa con las cascarras de “*Mangifera indica*” y “*Citrus reticulada*” como materiales biosorbente para la remoción de plomo. En la Tabla N° 1 se muestra las ventajas y desventajas de captación de iones metálicos.

Tabla N° 1: Ventajas y desventajas de los mecanismos de captación de iones metálicos

| BIOADSORCIÓN | BIOACUMULACIÓN |
|--|--|
| Proceso pasivo | Proceso activo |
| Biomasa sin vida | Biomasa con vida |
| Metales unidos a la superficie de la pared celular | Metales unidos a la superficie de la pared celular y acumulados en el interior de la celular |
| Proceso reversible | Proceso parcialmente reversible |
| No requieren nutrientes rápido | Requieren nutrientes lento |
| No es controlado por el metabolismo | Controlado por el metabolismo |
| No se ve afectado por el efecto toxico del contaminante | Se ve afectado por el efecto toxico del contaminante |
| Alcanza concentraciones intermedias de equilibrio del contaminante | Alcanza muy bajas concentraciones de equilibrio de los contaminantes |

| | |
|--|---------------------------------|
| La biomasa puede regenerarse y emplearse en varios ciclos de adsorción | La biomasa no puede recuperarse |
|--|---------------------------------|

Fuente: Tejada, 2014

1.2.7 Proceso de biosorción

Para este método no convencional, se puede ver afectado de manera positiva o negativa por parámetros como:

a. Efecto de la temperatura

A mayor temperatura cambia la textura del material biosorbente, lo que causa el deterioro del material biosorbente.

b. Efecto del pH

La remoción de metales a pH inferiores de 2-3 es muy baja, no obstante la mayor eficiencia es en medios ligeramente ácidos (pH entre 4 y 6). Así mismo la adsorción de cationes suele estar favorecida para valores de pH superiores a 4,5, mientras que para la adsorción de aniones prefiere un valor bajo de pH entre 1,5 y 4.

c. Efecto del tamaño de partícula

Es pasar las partículas en diferentes mallas de tamaño, siendo un método importante en la adsorción, ya que a menor tamaño de partícula tiene mayor área de la superficie interna por su cantidad de poros, es decir es más eficiente la remoción (Bravo, 2015, 15p).

1.2.7.1 Mecanismo de adsorción:

Es la cantidad de metal adsorbido, lo cual se realizó mediante la adsorción de la mezcla de los residuos de las cascaras de “*Mangifera indica*” y “*Citrus reticulada*”, lo que determina la capacidad de adsorción de plomo, realizado con diferentes tiempos por dosis del biosorbente. Usando la siguiente fórmula

$$q = \frac{(C_o - C_{eq})}{M} \times V$$

FÓRMULA N° 1: Ecuación de mecanismos de adsorción

Dónde:

q: cantidad de metal captado por el biosorbente (mg.g)

C_o y C_{eq} : Concentración del metal inicial y final del proceso de biosorción (mg)

M: Masa del biosorbente (g)

V: volumen de la solución (Lt.)

1.2.7.2 Eficiencia de remoción:

Usando el biosorbente de la mezcla de los residuos de las cascarras de “*Mangifera indica*” y “*Citrus reticulada*” para la remoción de plomo disuelto en diferentes tratamiento a la muestra de agua. Usando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de remoción} = \frac{(C. inicial - C. final)}{C. inicial} \times 100$$

FÓRMULA N° 2: Ecuación de eficiencia de remoción

Dónde:

C_{inicial} y C_{final}: concentración inicial y final del metal (mg/L)

- Tratamiento:

Es un grupo de operaciones que investiga reducir o eliminar la contaminación de agua, como es el caso por el metal pesado plomo (Orozco, 2011).

1.2.8 *Mangifera indica*:

1.2.8.1 Descripción botánica:

Conocido con el nombre común mango, planta de vegetación permanente y de carácter arbóreo, que puede alcanzar entre 10 o 40m de altura, con hojas son lanceoladas, variando su tamaño de 15 a 30 cm de longitud por 3 a 6cm de ancho, sus flores se dan en panículas terminales ramificadas, siendo de color amarillo verdoso de longitud 2 a 4 mm (Caballero, 2017). En la Tabla N° 2 se observa la taxonomía de “*Mangifera indica*”.

Tabla N° 2: Taxonomía de *Mangifera Indica*

| Clase | Equisetopsida |
|-----------|---------------|
| Sub clase | Magnoliidae |
| Súb-orden | Rosanae |
| Orden | Sapindales |

| | |
|---------|-----------------------|
| Familia | Anacardiaceae |
| Genero | Mangifera |
| Especie | Mangifera Indica L |

Fuente: Caballero, 2017

- Características físicas:

Está constituida por tres partes básicas: Menciona: “La cascara tiene 11% a 39,2 %, la pulpa 45,5 % a 82,9% y 9,1 a 26,8 de pepa en peso” (Ártica, 2008)

1.2.8.2 Composición de Mangifera indica

La cascara está compuesta por agua 81,4 %, proteínas 0,4 %, grasas 0,2% carbohidratos 15,5 % fibra 1,8 ceniza 0.7%. Siendo la celulosa y la hemicelulosa los principales polisacáridos en la pared celular, presentando valores alto en fruta de 20 a 31 % (Ártica, 2008). El contenido de polisacárido presentes en la cascara de mango de lignina es 1.34%, la celulosa 9.81%, fibra detergente neutra 16,71% y fibra detergente acida 13,54% (Buenrostro, 2010). Por lo que la cascara tiene la capacidad de adsorber. La bioadsorción de la cascara, se debe mayor parte a la lignina ya que su estructura es amorfa y tiene compuestos fenolitos, polisacáridos, ácido urónico y proteínas (Ártica, 2008).

1.2.9 Citrus reticulada

1.2.9.1 Descripción botánica

Conocido como nombre común mandarina, árbol de hoja perenne el cual alcanza 3m de altura obtiene el color anaranjado con una pulpa dulce o amarga, frutos globulares, madurando sus frutos en primavera. Como se observa su taxonomía en la Tabla N° 3.

Tabla N° 3: Taxonomía de Citrus Reticulada

| Nombre común | Mandarina |
|-------------------|-------------------|
| Nombre científico | Citrus reticulada |
| Reino | Vegetal |
| Orden | Geraniales |
| Familia | Rutaceae |

| | |
|-------------|------------------------------------|
| Sub familia | Aurantioidea |
| Genero | Citrus |
| Especie | Clementinas, satsumas y comunes |

Fuente: Verdugo, 2017

1.2.9.2 Composición de Citrus reticulada

“Su fibra dietaria está compuesta principalmente por pectina, lo que conforma el 65 al 70% de fibra total, lo restante está en forma de celulosa, hemicelulosa y trazas de lignina” (Rincón, 2007). Sus propiedades fisicoquímicas son: humedad 5,49%, Cenizas totales 5,24% (Verdugo, 2017). Sus grupos funcionales presentes en la cascara de la mandarina son “el alcano, alquenos, alquilo, OH-NH, alcohol, éter, celulosa, lignina, amida” (Verdugo, 2017). Su composición química es la grasa, proteínas, fibra y magnesio, y su contenido contiene zeaxantina y luteína, siendo su principio activo de flavonoides, cumarinas, minerales y vitaminas (Verdugo, 2017).

1.3 Formulación del problema

1.3.1 Problema General

- ¿Cuál es la eficiencia de biosorción de mezcla "*Mangifera indica*" y "*Citrus reticulada*" para la remoción de plomo del canal de regadío - Matucana?

1.3.2 Problemas específicos

- ¿Cuál es la dosis optima de mezcla "*Mangifera indica*" y "*citrus reticulada*" para la remoción de plomo del canal de regadío - Matucana?
- ¿Cuáles son los parámetros fisicoquímicos de las aguas contaminadas con plomo, para la biosorción antes y post tratamiento en diferentes dosis de mezcla "*Mangifera indica*" y "*citrus reticulada*" del canal de regadío - Matucana?
- ¿Cuál es la capacidad de adsorción optima generados por la mezcla "*Mangifera indica*" y "*citrus reticulada*" para la remoción de plomo del canal de regadío- Matucana?

1.4 Justificación del estudio

El desarrollo de investigación tuvo como aporte fundamental utilizar tratamiento no convencionales como la biosorción utilizando mezclas de cascaras "*Mangifera indica*" y "*Citrus reticulada*" siendo estas biomاسas orgánicas, por lo que reduce costos de tratamiento, no genera residuos peligrosos y no utiliza energía eléctrica, además el proceso es aplicativo en las zonas andinas de nuestro país, puesto que se utilizó cascaras de tamaño natural (55, 35, 15 milímetro).

La técnica que se utilizó en el diseño de la planta piloto fue utilizar recipientes de un volumen de 50 litros de retención de agua, las que llevaron a un proceso de biosorción óptima.

Social:

El interés de la sociedad por tener una calidad de agua aceptable fuera de contaminación del metal pesado plomo, siendo este un toxico acumulable en el ecosistema y que por cadena trófica también involucra a la participación antrópica en su consumo.

Por lo tanto, el desarrollo de investigación utilizando la mezcla "*Mangifera indica*" y "*Citrus reticulado*" son una alternativa en el tratamiento con biomasa natural de las aguas contaminadas con plomo del canal de regadío del distrito Matucana. Los que beneficiarían económicamente a la sociedad generando menores costos e impactos en la salud.

Ambiental:

En el tratamiento de las aguas del canal de regadío por plomo, son reducidos con las biomاسas de las cascará de "*Mangifera indica*" y "*Citrus reticulado*" mediante el método de biosorción, lo cual tendrá la capacidad de mejorar los ecosistemas acuáticos y el suelo, como también a la flora y fauna incluyendo la participación antrópica.

Económico:

Es por ello, consideramos que el desarrollo de investigación brinda una oportunidad en la búsqueda de nuevos elementos o métodos para el tratamiento de las aguas del canal de regadío distrito Matucana provincia Huarochirí contaminadas con plomo, donde los pobladores de la zona tendrían un presupuesto viable al utilizar biomاسas como es el caso de

la cascara de "*Mangifera indica*" y "*Citrus reticulado*" mediante método de la biosorción a través de la mezcla de ambos para la remoción de metal plomo, por lo que no generaría un valor económico.

1.5 Hipótesis

1.5.1 Hipótesis general

H₁: La biosorción de la mezcla "*Mangifera indica*" y "*Citrus reticulado*" es eficiente para la remoción de plomo.

H₀: La biosorción de la mezcla "*Mangifera indica*" y "*Citrus reticulado*" no es eficiente para la remoción de plomo

1.5.2 Hipótesis específicas

H₀: A menor dosis de mezcla "*Mangifera indica*" y "*Citrus reticulada*", no hay remoción de plomo

H₀: Los parámetros fisicoquímicos de las aguas contaminadas con plomo, para la biosorción antes y post tratamiento son iguales en cada dosis de mezcla "*Mangifera indica*" y "*Citrus reticulada*"

H₀: A menor dosis de la mezcla "*Mangifera indica*" y "*Citrus reticulada*", la capacidad de adsorción es baja

1.6 Objetivo

1.6.1 Objetivo general

- Determinar la eficiencia de biosorción de mezcla "*Mangifera indica*" y "*Citrus reticulada*" para la remoción de plomo del canal de regadío - Matucana

1.6.2 Objetivo específicos

- Determinar la dosis optima de mezcla "*Mangifera indica*" y "*Citrus reticulada*" para la remoción de plomo del canal de regadío – Matucana
- Analizar los parámetros fisicoquímicos de las aguas contaminadas con plomo, para la biosorción antes y post tratamiento de diferentes dosis de mezcla "*Mangifera indica*" y "*Citrus reticulada*" del canal de regadío - Matucana
- Determinar la capacidad de adsorción optima generados por la mezcla "*Mangifera indica*" y "*Citrus reticulada*" para la remoción de plomo del canal de regadío – Matucana

II. MÉTODO

2.1 Diseño de investigación

2.1.1 Tipo

El presente trabajo de investigación es aplicativo, se utiliza investigaciones anteriores para aplicarlos en beneficio de la sociedad en general. La investigación aplicada se caracteriza en la búsqueda de aplicaciones o conocimientos obtenidos para dar resultados en la investigación de forma rigurosa, organizada y sistemática a la realidad (Hernández, R; 2014).

2.1.2 Diseño

El presente trabajo de investigación el diseño es experimental debido a la manipulación de la variable independiente para observar sus efectos sobre la variable dependiente en una situación de control (Hernández, R; 2014).

2.1.2.1 Metodología de la práctica

El desarrollo de investigación se realizó en un periodo de 6 meses de Julio a Diciembre.

Primera etapa: Inicio

Primero con la recopilación de información se realizara la ficha técnica para diagnosticar e delimitar el área de estudio, a su vez se tomara una previa muestra del área de estudio que se encuentra ubicado en el canal de regadío del rio Rímac en el distrito de Matucana en la provincia de Huarochirí, departamento de Lima, tomando fotografías del punto de monitoreo, describiendo las características del entorno y con la ayuda del GPS se tomaron las coordenadas UTM del lugar, y el área de trabajo para ser anotados en la ficha de muestreo de campo, para luego ser procesados las coordenadas en programa Arcgis y obtener el mapa de ubicación. Finalmente la muestra previa obtenida del área de estudio, se envía al laboratorio para identificar los parámetros fisicoquímicos y contaminante metal plomo.

A su vez con la recopilación obtenida se busca un tratamiento no convencional de bajo costo, como la biosorción de residuos de cascaras de *Mangifera indica* y *Citrus reticulado* para la remoción de iones metálicos, como se observa en la Figura N° 2.

Segunda etapa: Análisis de muestra

Una vez obtenida los análisis de la muestra previa, identificando los contaminantes, se toma nuevamente la muestra en el área de estudio, según el protocolo nacional de recursos hídricos superficiales (Río), teniendo en cuenta, rotular los frascos, preparar los frasco de muestreo según la lista de parámetros y colocar las muestras de agua y bien rotuladas en un cooler para que no se altere sus características naturales, para así asegurar su llegada al laboratorio. Y para tener confiabilidad de los resultados, se requiere que estén calibrados los equipos y al realizar la toma de muestra debe estar en dirección opuesta del canal de regadío.

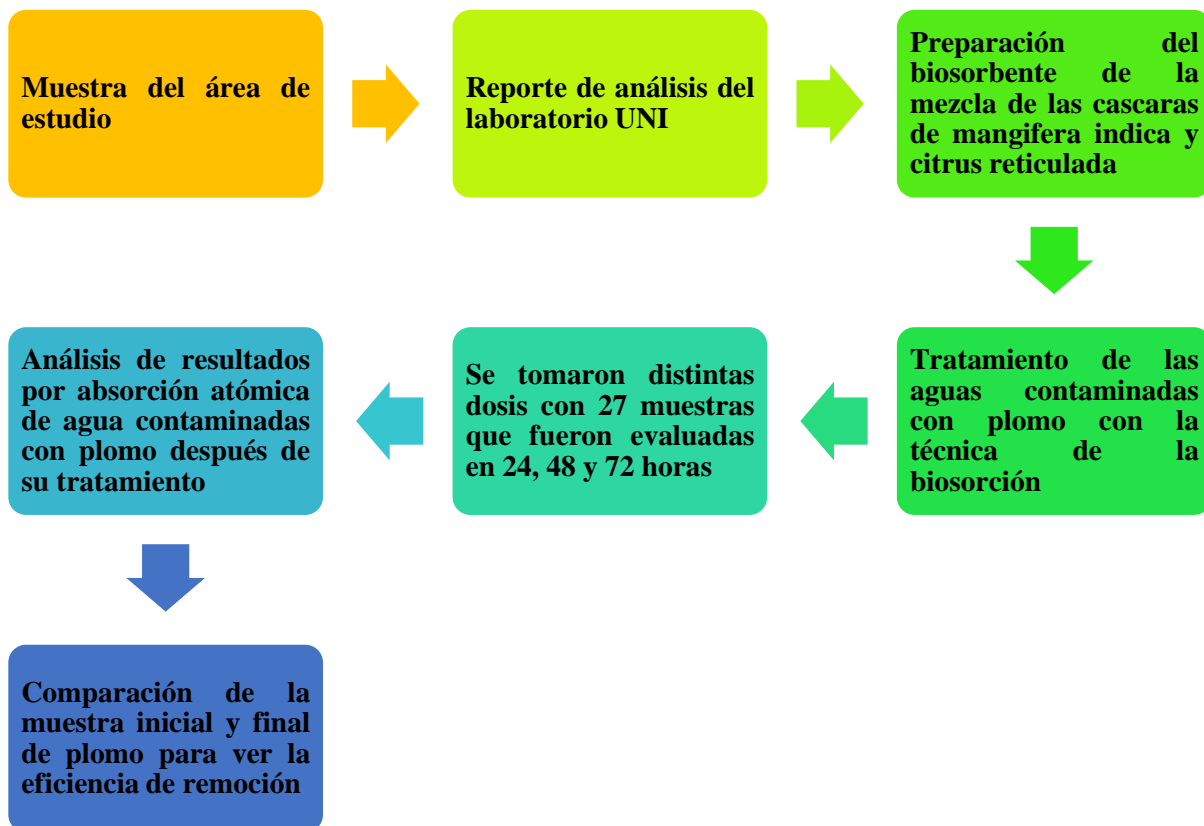
Tercera Etapa: Preparación de biosorbente

Se hace la recolección de residuos de las cascaras de mandarina y mango, lo cual debería estar en buen estado para evitar que factores externos modifiquen las características de los residuos de cascaras de mandarina y mango. Luego se prepara las cascaras de los residuos para que sea utilizada como biosorbente, lavándolas con agua destilada varias veces y secándolas a temperatura ambiente, con el fin de eliminar impurezas. Una vez obtenidas las cascaras de mango y mandarina se limpió con ayuda de una brocha para luego cortarlas con el calibrador obteniendo distintas granulometrías, las cuales serán utilizadas mediante una proporción adecuada de acuerdo a las pruebas iniciales de laboratorio, con un volumen constante y mallas distintas que serán calculadas mediante el método de pruebas de jarras para luego pasarlo a una prueba piloto. (Figura N° 2)

Cuarta etapa: Tratamiento con biosorbente

Con las muestras de agua contaminadas de plomo se determinó sus parámetros fisicoquímicos pre y post tratamiento, y teniendo en cuenta el tiempo de remoción, la proporción, realizándose el experimento por triplicado para obtener mayor confiabilidad en los resultados obtenidos.

Finalmente los resultados después del tratamiento, se van al estudio estadístico.



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 2: Diagrama de procedimiento experimental

A continuación, en la Tabla N° 4, se observó las cantidades de muestras a analizar:

- Siendo el número total de muestras 27 para analizar
- Tiendo 9 tratamientos con diferentes tiempos y dosis.

Tabla N° 4: Diseño experimental la dosis vs el tiempo

| Malla (milímetro) | Dosis (g) | Mezcla de las cascara Mangifera indica y citrus reticulada | | |
|----------------------|----------------------|---|---------------------------------|---------------------------------|
| | | Tiempo (horas) | | |
| | | A ₁ :24 | A ₂ :48 | A ₃ :72 |
| 55 | B ₁ :50 | B ₁ x A ₁ | B ₁ x A ₂ | B ₁ x A ₃ |
| 35 | B ₂ :25 | B ₂ x A ₁ | B ₂ x A ₂ | B ₂ x A ₃ |
| 15 | B ₃ :12.5 | B ₃ x A ₁ | B ₃ x A ₂ | B ₃ x A ₃ |
| 55 | B ₁ :50 | B ₁ x A ₁ | B ₁ x A ₂ | B ₁ x A ₃ |
| 35 | B ₂ :25 | B ₂ x A ₁ | B ₂ x A ₂ | B ₂ x A ₃ |
| 15 | B ₃ :12.5 | B ₃ x A ₁ | B ₃ x A ₂ | B ₃ x A ₃ |
| 55 | B ₁ :50 | B ₁ x A ₁ | B ₁ x A ₂ | B ₁ x A ₃ |
| 35 | B ₂ :25 | B ₂ x A ₁ | B ₂ x A ₂ | B ₂ x A ₃ |
| 15 | B ₃ :12.5 | B ₃ x A ₁ | B ₃ x A ₂ | B ₃ x A ₃ |

Fuente: Elaboración propia

2.1.3 Nivel

El nivel de investigación del presente trabajo de investigación es explicativa debido a la recopilación de información de anteriores investigaciones, que ayudaran a entender la causa de la variable independiente de mezclas de cáscaras de mango y mandarina para obtener el tratamiento de las aguas contaminadas por metales pesados como el plomo (Hernández, R., 2014)

2.2 VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN

Tabla N° 5: Operacionalización de variables

| Variables | Definición conceptual | Definición operacional | Dimensiones | Indicadores | Unidad de medida |
|---|---|--|--|--|------------------|
| Independiente Mezclas de <i>Mangifera indica</i> y <i>Citrus reticulada</i> | Las características de la mezcla de mango y mandarina sus principales compuestos son lignina, celulosa, hemicelulosa, lignocelulosica, el hidroxilo, carboxilo y carbonilo y fenoles, hacen posible en el proceso de biosorción los enlaces con iones metálicos en solución (Vargas,2009) | Los residuos de las cáscaras de mango y mandarina serán recogidos, para ser lavado, Después el tiempo de secado al ambiente, y cortando en diferentes tamaños. Las que fueron de 55 mm, 35mm, 15mm. | Características de mezcla de mango y mandarina | Granulometría | mm |
| | | | | Tiempo | horas |
| | | | | Dosis | g |
| | | Característica en el proceso de biosorción | | pH | ácido /base |
| | | | | temperatura | °C |
| | | | | Potencial redox | mv |
| | | | | Conductividad eléctrica | μS/cm |
| Dependiente Biosorción de plomo del canal de regadío | Las aguas de canal de regadío están contaminadas con plomo debido a la contaminación antrópica o natural, haciéndola impropia para el Consumo humano, recreativa, etc. Causando daños irreparables en la salud humana y animales, llevándolo hasta la muerte. | El agua contaminada del canal de regadío en Matucana por metal pesado plomo será tratada mediante dosis que serán evaluados en 24 horas, 48 horas y 72 horas, utilizando el método de jarra estática, de acuerdo a la norma estándar de la calidad de agua | Eficiencia de remoción de plomo | Concentración inicial y final de plomo | % |
| | | | Características del agua del canal de regadío | DBO | mg/l |
| | | | | DQO | mg/l |
| | | | | Oxígeno disuelto | mg/l |
| | | | | Turbidez | NTU |
| | | | | Sólidos suspendidos totales | mg/l |
| | | | | Temperatura | °C |
| | | | | pH | Acido/base |

Fuente: Elaboración propia

2.3 POBLACIÓN, MUESTRA, MUESTREO

2.3.1. Población

La población del desarrollo de investigación, se encuentra ubicado en el canal de regadío del río Rímac (Tabla N° 6) distrito de Matucana, de la provincia de Huarochirí, departamento de Lima, donde se encontró aguas contaminadas con plomo.

Tabla N° 6: Área de trabajo

| Área de influencia del canal de regadío pueblo libre – Río Rímac | |
|--|-----------------------|
| Área de la población | 852.44 m ² |

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra el mapa de la zona de estudio del presente desarrollo de investigación, (Figuras N° 3, 4).

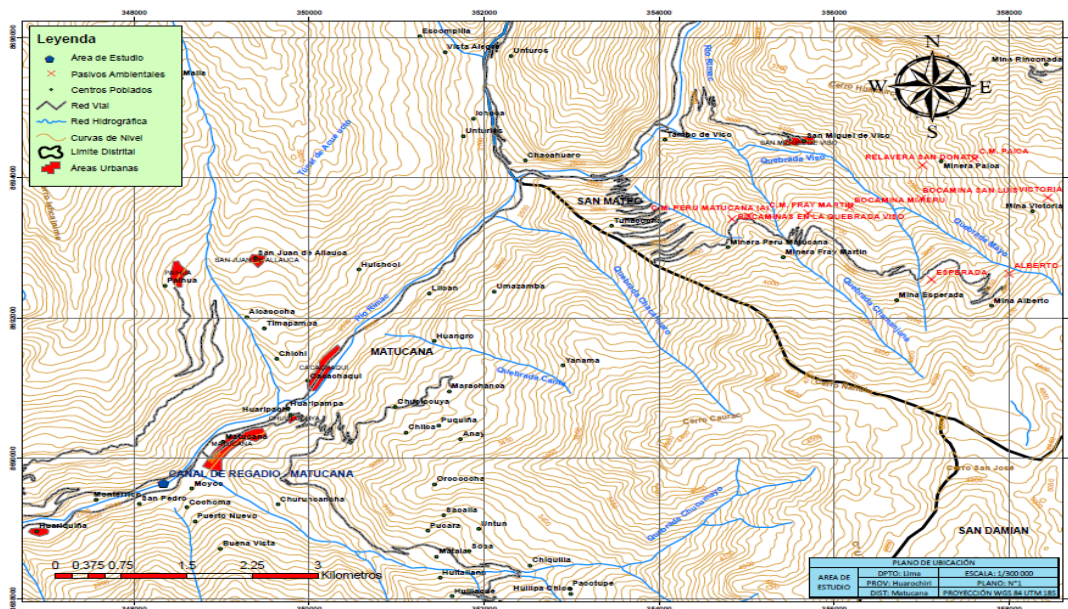


FIGURA N° 3: Mapa de la ubicación de la zona de estudio

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 4: Lugar de la zona de estudio

2.3.2. Muestra

La muestra que se tomó para el desarrollo de investigación fue de 80 litros, las cuales fueron analizadas en menos de 24 horas, la cual se tomó en el canal de regadío del Rio Rímac del distrito Matucana, encontrándose ubicadas de acuerdo a la tabla (Figura N° 5, Tabla N° 7). Donde presenta una gran influencia de la actividad minera. La cual se desarrolló en el laboratorio particular LC ICA DEL PERÚ SAC.



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 5: Toma de muestra de agua del canal de regadío

Tabla N° 7: Georreferenciación del lugar de muestreo

| GEOREFERENCIACIÓN DE LUGAR DE MUESTREO | |
|---|-----------------------------------|
| Código de la muestra | CR-M |
| Altura | 2357 msnm |
| Coordenadas | X: 18 L 0348329 Y: UTM 8689640 |
| Área de trabajo | 210.25 m ² |
| Hora y fecha | 2:30 pm – 05/09/18 |

Fuente: Elaboración propia

2.3.3. Muestreo

El muestreo que se realizó en el desarrollo de investigación fue probabilístico: muestreo simple, mediante la toma de muestra simple o un punto determinado, como es el caso en el canal de regadío del distrito Matucana, provincia de Huarochirí, (Tabla N° 8).

Tabla N° 8: Muestreo en el canal de regadío

| CÓDIGO | RÍO | Canal de regadío pueblo libre- MATUCANA | Número de muestra |
|---------------|------------|--|------------------------------|
| CR-M | Rímac | Aguas arriba | 1 |
| CR-M | Rímac | Medio | 1 |
| CR-M | Rímac | Agua abajo | 1 |

Fuente: Elaboración propia

2.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD

2.4.1 Técnica

Las técnicas de recolección de datos utilizada son la observación por la ficha de campo para diagnosticar el área el de estudio. Para la recolección de muestra se utilizó la ficha de muestreo en campo la cual fue realizada de acuerdo al protocolo nacional de calidad de recursos hídricos superficiales (Ríos), el cual fue tomar la muestra enjuagando la jarra 5 veces luego se tomó la muestra en el recipiente esterilizado, tomado a contra corriente para que no altere los parámetros de oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno y la demanda química de oxígeno, etiquetar la muestra, y la cadena de custodia que brindara el laboratorio al realizar los análisis del agua del canal de regadío (Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales- resolución jefatura N° 0102016-ANA).

2.4.2 Instrumento

La Tabla N° 9, muestra los instrumentos utilizados para el desarrollo de la investigación, los que permitieron la recolección de los datos y que fueron: (Se adjunta en el anexo 01, 02, 03 y 04):

- Ficha técnica de recopilación de información.
- Ficha de la recolección de la muestra en campo
- Ficha de resultado de parámetros fisicoquímicos
- Ficha de resultado de plomo inicial y final

Tabla N° 9: Cuadro resumen de las técnicas e instrumentos para la recolección de datos

| ACTIVIDADES | TÉCNICA | INSTRUMENTO | RESULTADOS |
|---|-----------------------------|---|--|
| Diagnóstico/ Levantamiento del área de estudio | Observación | Ficha técnica de recopilación de información (anexo 01) | Se determinó el punto de muestreo |
| Determinación del área de estudio y muestreo | Observación | Ficha de la recolección de la muestra en campo (anexo 02) | Se obtuvo los primeros resultados del área muestreada. |
| Análisis del agua contaminada | Experimentación | Ficha de resultados de parámetros físicoquímicos (anexo 3) | Determinación de parámetros físicoquímicos, inorgánicos, metales pesados ,antes del tratamiento con el proceso de Biosorción |
| Elaboración del biosorbente | Experimentación | Ficha de resultado de plomo inicial y final (anexo 4) | Después del tratamiento la capacidad de reducción con el biosorbente |
| Análisis con biosorbentes | Técnica de investigación | Certificado de laboratorio | Resultado cuantitativos del tratamiento |
| Comparación de resultados | Análisis de documento | Ficha de resultado de plomo inicial y final (anexo 4) | Se determinó estadísticamente que los objetivos se cumplieron |

Fuente: Elaboración propia

2.4.3 Procedimiento de la metodología

- Caracterización de la muestra de agua

Para la toma de muestras in situ se realizó según el protocolo nacional para el monitoreo de recursos hídricos superficiales de la autoridad nacional del agua (2016), el cual se realizó la utilización de los materiales y equipos como se muestra en la (Tabla N° 10) de la siguiente manera:

1. Se identificó el lugar para tener la ubicación exacta, evitando zonas de embalses o turbulencias del cuerpo de agua las cuales podrían alterar los valores de parámetros in situ, eligiendo un determinado lugar de monitoreo uniforme en profundidad, tomando tres puntos de monitoreo aguas arriba, medio y aguas abajo del canal de regadío, (Figura N° 6).
2. Donde se muestreo con 5 frascos de 1 litro, utilizando la metodología de monitoreo de la calidad de los recursos hídricos (2016), en donde especifica que se debe enjuagar 5 veces en el cuerpo de agua a una profundidad determinada, las que fueron preservada como se observa en la (Figura N° 7):
 - a. 1 litro para el análisis de metales pesados, la que se preservó in situ colocándole 2 ml de ácido nítrico,
 - b. 1 litro para parámetros fisicoquímicos donde se tomaron los análisis de forma in situ a la vez en laboratorio antes de las 24 horas para evitar que los parámetros se alteren.
 - c. 1 litro para parámetros físicos para el análisis de sólidos totales, sólidos suspendidos totales, sólidos disueltos,
 - d. 1 litro para parámetros orgánicos como el DBO5
 - e. 1 litro para parámetros químicos como el oxígeno disuelto en donde se analizó de forma in situ y el DQO

Transportando las muestras en su cadena de custodia en un cooler refrigerado y movilidad particular para el laboratorio particular “LC ICA DEL PERU SAC”.

Estos parámetros fueron analizados el 05 de septiembre del 2018 a las 2 de la tarde, donde utilizamos:

Tabla N° 10: Materiales y equipos

| Materiales | Reactivos | Equipos |
|-------------------------|----------------------|----------------------------|
| Frasco winkler (300 ml) | Sulfato de manganeso | GPS |
| Wincha | Álcali-yoduro-acida | Multiparámetro |
| Baldes | Ácido sulfúrico | cronometro |
| Cooler | Agua destilada | EPP |
| Frascos | Ácido nítrico | Equipo de humedad relativa |

Fuente: Elaboración propia



FIGURA N° 6: Identificación de la toma de muestra

Fuente: Elaboración propia



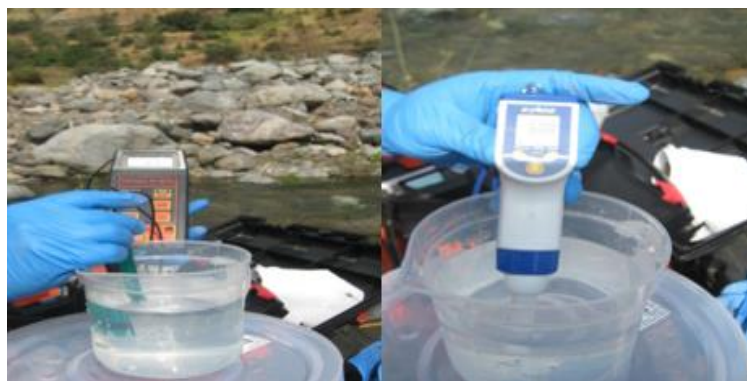
Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 7: Toma de muestra y acondicionamiento de la muestra

- PROCEDIMIENTO DE PARÁMETROS IN SITU

- Parámetros fisicoquímicos:

Según el protocolo nacional de monitoreo de la calidad de agua de la autoridad nacional del agua (2016), menciona realizar el monitoreo in situ el equipo de multiparámetro. Para la muestra en el canal de regadío, se midieron los siguientes parámetros con el multiparámetro, la temperatura, potencial redox y el pH seguidamente se midió la conductividad eléctrica con otro equipo llamado también multiparámetro (Figura N° 8).



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 8: Medición de parámetros in situ

- Parámetros de oxígeno disuelto (OD):

Según el protocolo nacional de monitoreo de la calidad de agua de la autoridad nacional del agua (2016), se realizó mediante el método estándar del agua (método winkler) el cual es utilizado y aceptado el método de análisis de agua a nivel global, donde se utilizaron los siguientes reactivos:

- ✓ Sulfato de manganeso ($\text{MnSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)
- ✓ Álcali-yoduro-acida
- ✓ Ácido sulfúrico (H_2SO_4)

El oxígeno disuelto de la muestra del canal de regadío, consistió en llenar el frasco de winkler teniendo cuidado que no se forme burbujas, se tapó y se agito para retirar el resto sobrante, agregando 1 ml de sulfato de manganeso, seguidamente 1 ml de álcali-yoduro-acida, luego se agita, teniendo un color mostaza lo que significa que el agua tiene un contenido oxígeno, seguidamente se agrega 1 ml ácido sulfúrico que sería el catalizar para fijar el oxígeno disuelto en campo y poderlo llevar a titular a laboratorio la muestra y se agita colocándolo en el cooler refrigerado para ser transportado al laboratorio (Figura N° 9).



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 9: Procedimiento del oxígeno disuelto en campo

- PROCEDIMIENTOS DE LOS PARÁMETROS REALIZADOS EN EL LABORATORIO

Se analizaron los siguientes parámetros después de 5 horas del punto de muestreo, para evitar alteración en las muestras con el cambio de temperatura, para luego seguir con el tratamiento del proceso de biosorción.

- Parámetros fisicoquímicos

La muestra transportada al laboratorio en un cooler refrigerado, se vierte en un vaso precipitado de 120 ml y se mide nuevamente la conductividad eléctrica, potencial redox y temperatura con el equipo multiparámetro (Figura N° 10).



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 10: Muestras para la medición de parámetros fisicoquímicos

- Para el oxígeno disuelto (OD)

Después de realizar el método winkler in situ, fue transportada al laboratorio en un cooler refrigerante, para ser titulado con los siguientes reactivos:

- ✓ Sulfato de manganeso ($\text{MnSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)
- ✓ Alkali-yoduro-acida
- ✓ Ácido sulfúrico (H_2SO_4)
- ✓ Tiosulfato de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)

Lo cual se vierte en una probeta y se mide 100 ml de la muestra, siendo vertido en un matraz de 250 ml para ser titulado con el titulante tiosulfato de sodio, colocándole 5 gotas del indicador de almidón, hasta observar que cambie de color azul noche, finalmente se titula con

tiosulfato de sodio y con el agitador magnético para homogenizar la muestra y tener un resultado óptimo. La titulación final es cuando la muestra presenta un color incoloro, y verificamos con la bureta el volumen gastado del titulante (Figura N° 11).



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 11: Procedimiento para la titulación

Seguidamente se realizó nuevamente el oxígeno disuelto en el laboratorio, utilizando el método winkler.

El frasco winkler fue sumergida en la muestra de agua, enrazada la muestra se agregó 1 ml de sulfato de manganeso, 1 ml de álcali-yoduro-acida y 1 ml de ácido sulfúrico los cuales fueron homogenizados, luego de un reposo de 20 min, se vertió a 100 ml en la probeta, colocándolo en el matraz para luego ser titulado nuevamente con tiosulfato de sodio con una concentración de (0.0245N) y como indicador se utilizó el almidón cambiando a un color oscuro y con el titulante cambia a un color incoloro, para luego verificar el volumen gastado (Figuras N°12 y 13).



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 12: Añadiendo la muestra en la probeta



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 13: Muestra de OD

Aplicando la siguiente fórmula:

$$OD \left(\frac{\text{mg}}{\text{l}} \right) = \frac{\text{vol. gast. tiosulfato muestr.} \times \text{normalidad tiosulfato} \times \text{fc} \times \text{vol. botella}}{\text{vol. muestra} \times (\text{vol. botella} - 2)}$$

FÓRMULA N° 3: Ecuación de oxígeno disuelto

- Demanda química de oxígeno (DQO)

Este parámetro mide todo material al ser oxidado químicamente por el reactivo dicromato de potasio. Para el análisis de este parámetro en el laboratorio, se utilizaron los materiales y reactivos que se muestra en la Tabla N° 11:

Tabla N° 11: Materiales y reactivos utilizados

| MATERIALES | REACTIVOS |
|--------------------|--|
| Tubos de ensayo | Ácido sulfúrico (H ₂ SO ₄) |
| Agua destilada | Sulfato ferroso amoniacal |
| Pipeta volumétrica | Dicromato de potasio 0.25 N (K ₂ CrO ₇) |
| Reactor | Indicador ferroina |

Fuente: Elaboración propia

Donde se tomó de la muestra 3 ml colocándolo en un tubo con tapa rosca, a la vez se tomó 3 ml de agua destilada (blanco) y se coloca en el tubo con tapa rosca y a cada tubo se añadió 3 ml con la pipeta volumétrica de dicromato de potasio y 3 ml de ácido sulfúrico, este último reactivo se añade con cuidado, por lo que su temperatura aumenta, agitando para tener una mezcla homogénea, teniendo una reacción exotérmica, liberando calor (quema), (Figura N° 14)



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 14: Añadiendo la muestra y el blanco en los tubos de ensayo

Teniendo como fórmula:

$$DQO \left(\frac{mg}{l} \right) = \frac{(Vol. gastado - Vol. gastado de la muestra) \times 8000 \times N}{vol. muestra}$$

FÓRMULA N° 4: Ecuación de DQO.

- Demanda biológica de oxígeno (DBO₅)

Para el análisis de este parámetro en el laboratorio, se utilizaron los materiales y reactivos, que se muestra en la Tabla N° 12.

Tabla N° 12: Materiales y reactivos

| MATERIALES | REACTIVOS |
|---------------------------|---|
| Frasco winkler (300 ml) | Agua de dilución (para DBO ₅) |
| Incubadora (caja termina) | Sulfato de manganeso |
| | Tiosulfato de sodio |

Fuente: Elaboración propia

Se utilizó el método winkler de frasco estándar de un volumen de 300 ml, donde se llenó de acuerdo al tratamiento de DQO, de agua de dilución de 20% y la muestra de agua, en el cual se cerró y se giró para evitar las burbujas dentro del frasco winkler, lo cual en el frasco se obtuvo su oxígeno disuelto inicial seguidamente el otro frasco paso a la incubadora evitando el ingreso de luz por 5 días a 20 °C, obteniendo su oxígeno disuelto final (Figuras N° 15 y 16)



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 15: La muestra en el termo reactor



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 16: La muestra OD después de 5 días

Teniendo como fórmula:

$$DBO\ 5\ \left(\frac{mg}{l}\right) = \frac{ODi - ODf}{\% \text{ dilución}}$$

FÓRMULA N° 5: Ecuación de DBO5

- Medición de metal pesado

La muestra para la medición de metal pesado (plomo) se utilizaron los siguientes reactivos:

- ✓ Ácido nítrico (HNO₃)
- ✓ Agua regia (1 ml ácido nítrico con 3 ml de ácido clorhídrico)

En la muestra de 1 litro se añadió 2 ml de ácido nítrico para preservar la muestra y transportarlo en el cooler para el laboratorio particular.

La muestra, se vierte en un vaso precipitado con un volumen de 150 ml para llevarlo a digerir hasta dejarlo hasta pastoso añadiendo agua regia, luego se enrasa en una fiola de 25 ml para realizar el análisis de espectrofotometría de absorción atómica

- Turbidez

Es importante medir porque permite saber cuánto el agua pierde su propiedad de transparencia, ocasionado por presencia de partículas en suspensión. El cual se evaluó por el

método nefalométrico con el equipo del turbidímetro, dando como resultado en unidades de NTU.

- Para el análisis del parámetro sólidos totales, se utilizaron materiales como el vaso precipitado y la estufa.

En el vaso precipitado de 150 ml se coloca a la estufa a 105 °C para luego ser pesado en la balanza analítica, después la muestra preservada en el cooler se saca y se coloca un volumen de 100 ml en el vaso precipitado seco y se llevó a la plancha digestora, donde se evapora hasta que llegue a pastoso, teniendo cuidado que no se vaya proyectar, cuando está a sequedad la muestra se retira, y luego se lleva a la estufa a una temperatura de 105 °C por una hora, para luego pesarlo en la balanza analítica.

Aplicando la fórmula:

$$ST = \frac{(\text{peso final del vaso} + \text{la muestra}) - (\text{peso inicial del vaso})}{VL} \times 1000$$

FÓRMULA N° 6: Ecuación de ST

- Para los análisis del parámetro sólidos disueltos, se utilizaron materiales como el vaso precipitado, la estufa y el papel filtro.

El vaso precipitado se coloca en la estufa a 105 °C por una hora aproximadamente (Figura N° 17) y luego se lleva a enfriar en una desecadora, para realizar el pesado en la balanza analítica, luego con la muestra preservada, lo filtramos con papel filtro con un volumen de 100 ml en el vaso precipitado seco para ser llevarlo a la plancha digestora a sequedad, finalmente ser pesado en la balanza analítica (Figura N° 18).



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 17: *Colocando las muestras en la estufa*



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 18: *Pesado de las muestras*

Aplicamos la fórmula:

$$SD = \frac{(\text{peso final del vaso} + \text{la muestra}) - \text{peso inicial del vaso}}{VL} \times 1000$$

FÓRMULA N° 7: *Ecuación de solidos disueltos*

- Sólidos suspendidos totales (SST)

Este parámetro, están ligados al desarrollo de la masa microbiana, lo que incluye las sales metales, cationes, aniones disueltos en el agua.

Se aplicó la fórmula:

$$SST = ST - SD$$

FÓRMULA N° 8: Ecuación de SST

- MEDICIÓN DE CAUDAL DEL CANAL DE REGADÍO EN EL DISTRITO MATUCANA

Según el protocolo nacional de monitoreo de calidad de agua (ANA) el protocolo menciona que para medir el área de corte y la velocidad del agua, se realiza mediante el método de la boya flotante, en este caso se utilizó una botella como flotador.

El cálculo consiste:

$$Q = \text{área del corte transversal} \times \text{velocidad de la boya flotante}$$

FÓRMULA N° 9: Ecuación de caudal

$$V \left(\frac{m}{s} \right) = \frac{\text{espacio}}{\text{tiempo}}$$

FÓRMULA N° 10: Ecuación de velocidad

Área de corte

= ancho del canal de regadío x promedio de la profundidad del corte

FÓRMULA N° 11: Ecuación de área de corte

Primero se midió el ancho del canal de regadío y la profundidad del canal de regadío, como se muestra en la (Tabla N° 13, Figura N° 19).

Tabla N° 13: Datos obtenidos al medir el ancho del canal de regadío

| DISTANCIA DEL ANCHO DEL CANAL DE REGADIO | ALTURA DEL CANAL DE REGADIO |
|---|--|
| D1= 0 | A1=3 cm |
| D2=50 | A2=13 cm |
| D3= 1m | A3=9 cm |
| D4= 1.50 m | A4=20 cm |
| D5= 2 m | A5=26 cm |
| D6=2.50m | A6=26 cm |
| D7=3 m | A7=16 cm |
| D8=3.50 m | A8=3 cm |
| promedio de la profundidad del corte = 14.5 cm -0.145m | |

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 19: Medición del ancho del canal de regadío

Según el protocolo nacional del agua (2016) menciona para el método de la boya flotante es importante medir la longitud de canal de regadío y los tiempos de la botella flotante, siendo a

lado izquierdo centro y derecho del canal de regadío, como se muestra en la Tabla N° 14 y Figura N° 20.

Tabla N° 14: Datos de medición para el método de la boya flotante

| DATOS | | | | | |
|----------------------|--------------------------------|-----------------------------------|--|-------|---------|
| CÓDIGO DE LA MUESTRA | ANCHO DEL CANAL DE REGADIO (m) | LONGITUD DEL CANAL DE REGADIO (m) | TIEMPO DE LA BOTELLA FLOTANTE (segundos) | | |
| CR-M | 3.50 | 29 | T1:50 | T2:49 | T3:49.5 |

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 20: Medición para el método de la boya flotante

- PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACIÓN DEL BIOSORBENTE

Acondicionamiento de las cascaras de “Mangifera indica” y “Citrus reticulada”

1. Primero recolectamos las cascaras de mango y mandarina, lavándolo con agua destilada para retirar las impurezas, lo cual fueron colocadas en un plástico tendido en el suelo para llevarles a un secado a temperatura ambiente, en la Figura N° 21.



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 21: Primer día del secado de las cascaras

2. Después de 30 días las cascaras se encontraron secas, por lo tanto se procedió a una limpieza con una brocha para quitar el material particulado adheridas y no tener ningún tipo de alteración de realizar el análisis inicial de la muestra (Figuras N° 22 y 23).



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 22: Después de 30 días



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 23: Cáscaras de *Mangifera indica* y *Citrus reticulada*

- PREPARACIÓN DEL BIOSORBENTE




Este proceso se inicia obteniendo las cáscaras de “*Mangifera indica*” y “*Citrus reticulada*” secas a temperatura de ambiente, lo cual separamos en 3 diferentes recipientes de cada uno, midiendo con el calibrador las cáscaras en diferentes mallas 55 mm, 35 mm y 15 mm de cada uno, y separando en diferentes dosis la mezcla de la cáscaras de *Mangifera indica* y *Citrus reticulada*, como se muestra en las Tablas N° 15 y 16.

Tabla N° 15: Proporciones y mallas de las cáscaras

| Vol.: 500 ml | Diferentes mallas | | |
|-----------------------------------|-------------------|-------|-------|
| | 55 mm | 35 mm | 15 mm |
| Proporciones (%) | 10 | 5 | 2.5 |
| Mezcla de las cáscaras (g) | 50 | 25 | 12.5 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 16: Proporciones de las cáscaras

| Dosis de la mezcla “<i>Mangifera indica</i>” y <i>Citrus reticulada</i>” | | |
|---|---|---|
| 500g----100% x---10% |  | $\frac{10 \times 500}{100} = 50 \text{ g}$ |
| 500 g---100% x---5% |  | $\frac{5 \times 500}{100} = 25 \text{ g}$ |
| 500 g---100% x---2.5% |  | $\frac{2.5 \times 500}{100} = 12.5 \text{ g}$ |

Fuente: Elaboración propia

- **TRATAMIENTO DE PRUEBA DE JARRA ESTÁTICA**

Para el desarrollo de la investigación fue importante realizar la metodología de la prueba de jarra con diferentes dosis de la mezcla de las cáscaras de *Mangifera indica* y *Citrus reticulada* para obtener la dosis de la mezcla óptima, a la vez se realizó por triplicado el tratamiento para obtener resultados consistentes. Y finalmente se aplicó un diseño de planta piloto con un volumen de 50 litros.

- a. Las cuales tuvieron un volumen constante de 500 ml de la muestra de agua y un tiempo de agitación de 10 minutos. Teniendo las cascarras de diferentes mallas como: 55 mm, 35 mm y 15 mm de *Mangifera indica* y *citrus reticulada*, se pasó a rotularlo en distintos recipientes (Figura N° 24):



FIGURA N° 24: Recipientes rotulados

Fuente: Elaboración propia

- b. Seguidamente, rotulamos las botellas para el tratamiento de la muestra de agua con las mezclas de las cáscaras. (Figura N° 25 y 26)



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 25: Rotulación de botellas



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 26: Rotulación para segundo y tercer tratamiento

- c. Se procedió a separar las cascara de “*Mangifera indica*” y “*Citrus reticulado*” que tienen la malla de 55mm en relación con una proporción de 10 % de 50 g de la mezcla, para luego pesarlo y colocarlo en las botellas de un tiempo de 24 horas, 48 horas y 72 horas para el primer tratamiento, añadiendo con una probeta de 500 ml la muestra de agua del canal de regadío. De igual manera se hizo para el segundo y tercer tratamiento, (Figuras N° 27 y 28).



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 27: Procedimiento con la malla 55 mm



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 28: Añadiendo la proporción

- d. Seguidamente se separa las cáscaras de *Mangifera indica* y *Citrus reticulado* que tienen la malla de 35 mm (Figura N° 29) en relación con una proporción de 5% de 25 g de la mezcla, de igual manera se pasa a pesar y colocarlo en las botellas de un tiempo de 24 horas, 48 horas y 72 horas del tratamiento, añadiendo con una probeta de 500 ml la muestra de agua del canal de regadío. Repitiéndose el mismo procedimiento para el segundo y tercer tratamiento.



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 29: Pesado de la malla 35 mm con 25 gramos

- e. De igual manera se separa las cáscaras de “Mangifera indica” y “Citrus reticulada” que tienen la malla de 15 mm en relación con una proporción de 2.5 % de 12.5 g de la mezcla, donde se pasa a pesar y colocarlo en las botellas de un tiempo de 24 horas, 48 horas y 72 horas del primer tratamiento, añadiendo con una probeta de 500 ml la muestra de agua del canal de regadío, procediendo el mismo proceso para el segundo y tercer tratamiento, (Figuras N° 30 y 31).



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 30: Pesado de las cáscaras



Fuente: Elaboración propia

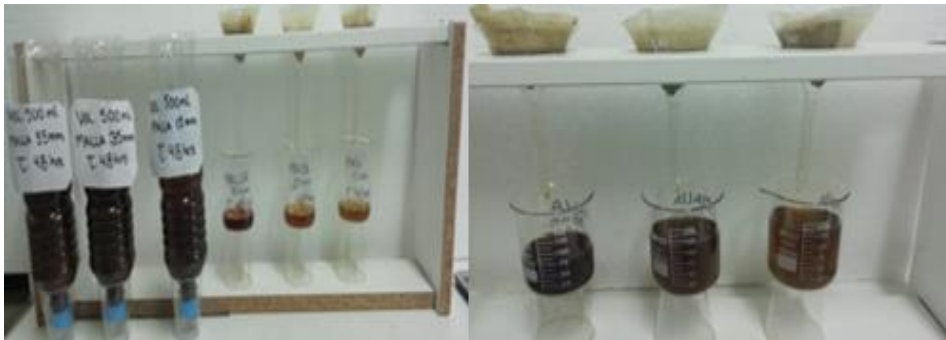
FIGURA N° 31: Colocando las cáscaras en las botellas rotuladas

- f. Luego de cumplir las 24 horas en el primer tratamiento, se pasa por un proceso de filtración con el papel filtro, y con la ayuda de una bagueta añadimos las muestras al vaso precipitado con un volumen de 100 ml, evitando impurezas en las muestras y no alterando el proceso de filtración, de acuerdo a las Figuras N° 32, 33 y 34.



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 32: Proceso de filtración del 1er tratamiento de 24 horas



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 33: Proceso de filtración para el 2do tratamiento de 24 horas



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 34: Proceso de filtración para el 3er tratamiento

- g. A la vez se hizo el mismo procedimiento para el tratamiento de 48 horas, se pasó por un proceso de filtración con papel filtro, y con la ayuda de una bagueta añadimos las muestras al vaso precipitado, de acuerdo a las (Figuras N° 35 y 36).



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 35: Proceso de filtración para el 1er tratamiento



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 36: Proceso de filtración para el 2do y 3er tratamiento

h. Seguidamente se hizo lo mismo para el tratamiento de 72 horas, con el proceso de filtración, añadiendo las muestras de mallas diferentes al vaso precipitado con un volumen de 100 ml (Figuras N° 37 y 38).



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 37: Proceso de filtración para el primer tratamiento



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 38: Proceso de filtración para el 2do y 3er tratamiento en 72 horas

DIGESTIÓN DE LA MUESTRA

Obteniendo las muestras en el vaso precipitado de 150 ml, con las diferentes mallas de 55 mm, 35 mm y 15 mm, se acondiciona las muestras, añadiendo 4 ml de ácido nítrico para solubilizar el metal pesado plomo, llevando a la plancha digestora las muestras, añadiendo agua regia de 1 ml de ácido nítrico HNO_3 a 3 ml de HCL , dejando hasta pastoso para luego dar el medio con 4 ml de ácido clorhídrico.

Las muestras digestadas se dejó enfriar por 3 horas, para luego enazarla a la fiola de 25 ml donde se deja decantar por 24 horas, llevándolos las muestras a leer al equipo por el método de análisis de espectrofotometría de absorción atómica, como se muestra en la Figura N° 39.



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 39: Muestras del tratamiento digestales

- MEDICIÓN DE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS

En el procedimiento de tratamiento de la prueba de jarras de 24 horas, 48 horas y 72 horas, se obtuvieron las muestras en el vaso precipitado de un volumen de 100 ml se realizaron las siguientes mediciones, como se observa en la Figura N° 40:

- ❖ pH
- ❖ Temperatura
- ❖ Conductividad eléctrica
- ❖ Potencial redox



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 40: Medición de los parámetros fisicoquímicos

- PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS INICIAL DE LAS CÁSCARAS DE MANGIFERA INDICA Y CITRUS RETICULADA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE METALES PESADOS (PLOMO).
 - a. En este procedimiento se realizó, primero el pesado de la muestra de las cáscaras de mango y mandarina, las cuales fueron tomadas en pesos iguales de 10 gr y vertidas en un crisol de porcelana, para luego realizar la eliminación de la materia orgánica, y podernos quedar con la parte inorgánica, que es lo que interesaba saber (Figura N° 41).



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 41: Procedimiento en el pesado de las cáscaras

- b. El crisol de porcelana, con la mezcla de las cáscaras de mandarina y mango, colocamos en la plancha digestora para que se incinere, volatilizando la materia orgánica y quedando las cenizas con la parte inorgánica (Figura N° 41) (Figura N° 42).



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 42: Incineración de la mezcla de las cáscaras

- c. Seguidamente el crisol con la ceniza, se coloca un poco en el vaso precipitado para pesarlo en la balanza analítica pesando 0.251 gr, añadiendo ácido nítrico y trasladándolo a la plancha digestora, para que se vuelva pastoso la muestra, luego se colocó agua regia (1 ml de ácido nítrico con 3 ml de ácido clorhídrico) volviéndose hasta pastoso, sacando el nitroso que tiene la muestra con 5 ml de ácido clorhídrico para que pase nuevamente a pastoso y se deja enfriar 2 horas, para enazarla a la fiola de 25 ml agitándolo para homogenizar la muestra, la cual se deja reposar 24 horas para que decante y leerlo por espectrofotometría de absorción atómica (Figura N° 43).



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 43: Pesado de la muestra en la balanza analítica

- DISEÑO DE PLANTA PILOTO

Se realizó el diseño de planta piloto de un volumen de 50 litros, donde se acondicionaron 4 recipientes de 20 litros, los cuales fueron conectados de la parte superior a la inferior con la finalidad de crear un tiempo de retención en el paso del agua, además se colocó una bomba de agua con el fin de tener un circuito cerrado y simular el paso del agua natural, con un caudal de 12 L/s lo cual sirvió para poder evaluar en 6 tempos diferentes la biosorción de plomo de la mezcla de las cascara de “*Mangifera indica*” y “*Citrus reticulada*” optimas en el proceso de la prueba de jarra estática. Donde se hizo la medición de parámetros de pH, temperatura del agua (Figura N° 44).



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 44: Diseño de planta piloto

El procedimiento se realizó de la siguiente manera:

- a. Se vertió la malla optima de 15 mm de la mezcla “*Mangifera indica*” y “*Citrus reticulada*” de 1.250 kg en el segundo recipiente de 625 g y tercer recipiente de 625 g. (Figura N° 45 y 46).



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 45: Pesado de la mezcla de las cáscaras



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 46: Añadiendo la mezcla de las cáscaras al recipiente

- b. Empezó el tratamiento continuo del flujo de agua en un circuito cerrado, donde la última parte del recipiente del circuito se muestrearon 6 tiempos diferentes de 10 minutos, 20 minutos, 30 minutos, 40 minutos, 50 minutos, 60 minutos, como se observa en la (Figura N° 47).



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 47: Retiro de las muestras

- c. Teniendo las 6 muestras de diferente tiempo, se midieron los parámetros fisicoquímicos como él (Figura N° 48).



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 48: Medición de los parámetros

- d. Donde las muestras en las botellas de 250 ml, se pasaron a vasos precipitados para luego pasarlo a leer por el método de espectrofotometría de absorción atómica, como se observa de la Figura N° 49.



Fuente: Elaboración propia

FIGURA N° 49: Muestras de la prueba piloto

2.4.4 Validación y confiabilidad del instrumento

Para la validación del proyecto de investigación se utilizó el tipo de validez por contenido, que tienen indicadores que se determinaran a responder las características de la zona de estudio, asimismo el método utilizado fue por juicios de expertos, ya que fueron evaluados con la ayuda de tres especialistas del tema (Tabla N° 17).

Tabla N° 17: Validación por expertos

| ESPECIALISTA 01 | ESPECIALISTA 02 | ESPECIALISTA 03 |
|---------------------------------------|---|--------------------------------------|
| Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar | Dr. Juan Julio Ordoñez Gálvez | Ing. Luis Mendoza Apolaya |
| Grado académico: Ingeniero ambiental | Grado académico: Doctor en medio ambiente y desarrollo sostenible | Grado académico: Ingeniero ambiental |
| C.I.P.: 25450 | C.I.P.:8997 | C.I.P.:213529 |

Fuente: Elaboración propia

La confiabilidad de los instrumentos del presente desarrollo de investigación se obtendrá el promedio mediante la calificación de los tres expertos del tema (Tablas N° 18, 19, 20 y 21).

Tabla N° 18: INSTRUMENTO 1 - Ficha de recolección de datos

| JURADOS | CLARIDAD | OBJETIVIDAD | ACTUALIDAD | ORGANIZACIÓN | SUFICIENCIA | INTENCIONALIDAD | CONSISTENCIA | COHERENCIA | METODOLOGIA | PERTINENCIA | PROMEDIO POR CADA EXPERTO | PROMEDIO POR INSTRUMENTO |
|----------------------------------|-----------------|--------------------|-------------------|---------------------|--------------------|------------------------|---------------------|-------------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| ACOSTA SUASNABAR, Horacio | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 86.6 |
| MENDOZA APOLAYA, Luis | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | |
| ORDOÑEZ GALVEZ, Juan | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | |

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 19: INSTRUMENTO 2- Ficha de recolección de la muestra en campo

| JURADOS | CLARIDAD | OBJETIVIDAD | ACTUALIDAD | ORGANIZACIÓN | SUFICIENCIA | INTENCIONALIDAD | CONSISTENCIA | COHERENCIA | METODOLOGIA | PERTINENCIA | PROMEDIO POR CADA EXPERTO | PROMEDIO DEL INSTRUMENTO |
|----------------------------------|-----------------|--------------------|-------------------|---------------------|--------------------|------------------------|---------------------|-------------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| ACOSTA SUASNABAR, Horacio | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 86.6 |
| MENDOZA APOLAYA, Luis | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | |
| ORDÓÑEZ GALVEZ, Juan | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | |

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 20: INSTRUMENTO 3 - Ficha de resultado de parámetros fisicoquímicos

| JURADOS | CLARIDAD | OBJETIVIDAD | ACTUALIDAD | ORGANIZACIÓN | SUFICIENCIA | INTENCIONALIDAD | CONSISTENCIA | COHERENCIA | METODOLOGIA | PERTINENCIA | PROMEDIO POR CADA EXPERTO | PROMEDIO DEL INSTRUMENTO |
|----------------------------------|-----------------|--------------------|-------------------|---------------------|--------------------|------------------------|---------------------|-------------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| ACOSTA SUASNABAR, Horacio | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 86.6 |
| MENDOZA APOLAYA, Luis | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | |
| ORDÓÑEZ GALVEZ, Juan | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | |

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 21: INSTRUMENTO 4 - Ficha de resultados de plomo inicial y final

| JURADOS | CLARIDAD | OBJETIVIDAD | ACTUALIDAD | ORGANIZACIÓN | SUFICIENCIA | INTENCIONALIDAD | CONSISTENCIA | COHERENCIA | METODOLOGIA | PERTINENCIA | PROMEDIO POR CADA EXPERTO | PROMEDIO POR ISTRUMENTO |
|--|-----------------|--------------------|-------------------|---------------------|--------------------|------------------------|---------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--|--|
| ACOSTA SUASNABAR, Horacio | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 86.6 |
| MENDOZA APOLAYA, Luis | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | |
| ORDÓÑEZ GALVEZ, Juan | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | |

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Se obtuvo una calificación ACEPTABLE, mediante las calificaciones de los 4 instrumentos, apreciándose un 86.6%. Por lo tanto, se aplicaron en el desarrollo de investigación.

2.5 MÉTODO DE ANÁLISIS

Para el desarrollo de investigación el método de análisis de datos se realizó mediante la estadística descriptiva e inferencial con la finalidad de probar las hipótesis estadísticas de los resultados experimentales generados; para el cual se utilizara programas como IBM SPSS ESTADISTICA Base 24 para ver el procesamiento de la muestra, y el Excel para los gráficos de los resultado de análisis.

2.6 ASPECTOS ÉTICOS

Para el desarrollo de investigación toda la fase experimental será desarrollada en base a consideraciones técnicas emanadas por el reglamento de grados y títulos de la universidad César Vallejo, a la vez no se realizara ninguna infracción a las leyes de política, tomando en cuenta algunos criterios: Ser autor del tema de investigación con principios de ética durante toda la etapa que se ejecute, obteniendo y aportando nuevos conocimientos a través de la recopilación de información y el asesoramiento adquirido.

Autenticidad en los resultados de los análisis de muestra adquiridas para la sustentación del proyecto y desarrollo de la investigación. Asimismo los datos utilizados serán reales.

III. RESULTADOS

3.1 Resultados iniciales de los parámetros fisicoquímicos

3.1.1 Resultados de los parámetros fisicoquímicos de la caracterización de la muestra de agua

Tabla N° 22: Cuadro de resultados de parámetros fisicoquímicos in situ

| PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS – IN SITU | | | | |
|-------------------------------------|------|-------------------|--------------------------------------|--------------------------|
| Código | pH | Temperatura °C | Conductivida d eléctrica μS/cm | Potencial redox mV |
| CR-M | 8.75 | 23.2 | 648 | -77 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 23: Resultados de parámetros en laboratorio

| PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS - LABORATORIO | | | | | |
|---|------|-------------|-------------------------------------|--------------------------|-----------------|
| Código | pH | Temperatura | Conductividad eléctrica μS/cm | Potencial redox mV | Turbidez NTU |
| CR-M | 8.58 | 21.5 | 680 | -75 | 35.5 |

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Se pudo observar que en los resultados la Tabla N° 22 que viene hacer las mediciones de los parámetros fisicoquímicas in situ, hubo variaciones mínimas con la Tabla N° 23 con los parámetro fisicoquímicos medidos en el laboratorio debido, a que las mediciones están en el transporte de la muestra, donde fueron refrigeradas en un cooler. A la vez también la temperatura tiene influencia en el pH, Ce y eh.

Tabla N° 24: Resultados del oxígeno disuelto in situ

| Código de muestra | Vol. Gastado tiosulfato en la muestra | Normalidad de tiosulfato | Vol. Frasco | Vol. de la muestra. | OD (mg/L) |
|--------------------------|--|---------------------------------|--------------------|----------------------------|------------------|
| CR-M | 3.35 | 0.025 | 300 ml | 100 ml | 6.74 |

Fuente: Elaboración propia

Según la fórmula:

$$OD = \frac{3.35 \times 0.025 \times 8000 \times 300}{100 \times (300 - 2)} = 6.744 \text{ mg/L}$$

Tabla N° 25: Resultados de oxígeno disuelto en laboratorio

| Código de muestra | Vol. Gastado tiosulfato en la muestra | Normalidad de tiosulfato | Vol. Frasco | Vol. De la muestra. | OD (mg/L) |
|--------------------------|--|---------------------------------|--------------------|----------------------------|------------------|
| CR-M | 3.55 | 0.025 | 300 ml | 100 ml | 7.147 |

Fuente: Elaboración propia

Según la fórmula:

$$OD = \frac{3.55 \times 0.025 \times 8000 \times 300}{100 \times (300 - 2)} = 7.147 \text{ mg/L}$$

Interpretación:

Se demostró que en las Tablas N°24 y 25, las variaciones se observa en el laboratorio, debido al transporte al laboratorio. Según la organización mundial de la salud (OMS), el nivel de oxígeno de 0,0-4,0 es de mala calidad donde la micro fauna empezaran a bajar y 4,1 -7,9 es aceptable, estando dentro del rango, a la vez la Tabla N° 24 fue 6.74 mg/L y la Tabla N° 25 el oxígeno disuelto fue de 7.147 mg/l, cumpliendo con el estándar de calidad de agua de la categoría 3.

Tabla N° 26: Resultados de la demanda química de oxígeno en laboratorio

| Código de la muestra | Vol. Gast. del blanco | Vol. Gast. de la muestra | Normalidad | Vol. de muestra | DQO (mg O₂/l) |
|-----------------------------|------------------------------|---------------------------------|-------------------|------------------------|---------------------------------|
| CR-M | 3ml | 2.97 | 0.25 | 3 ml | 20 |

Fuente: Elaboración propia

Según la fórmula:

$$DQO = \frac{(3-2.97) \times 0.25 \times 8000}{3 \text{ ml}} = 20 \text{ mg/L o}_2$$

Tabla N° 27: Relación entre el DBO Y DQO

| DQO (ppm) | Dilución |
|------------------|-----------------|
| 1-5 | Directa |
| 5-10 | Directa y 50% |
| 10-15 | 50%-30% |
| 15-25 | 30%-15% |
| 25-50 | 15%-10% |
| 50-100 | 10%-5% |
| 100-200 | 2%-1% |
| 400-800 | 1%-0.5% |

Fuente: OMS, 2016

Interpretación:

La demanda química de oxígeno fue evaluado, dando como resultado 20 mg/L, de acuerdo al OMS en la Tabla N° 27, se tomó un agua de dilución de 20%, debido a la baja demanda química de oxígeno existente en la muestra del canal de regadío.

Según la Tabla N° 26 para poder obtener el % de agua de dilución se realizó primero contar con el valor de la demanda química de oxígeno que fue 20 mg O₂/l, para la medición de la demanda bioquímica de oxígeno.

Tabla N° 28: Resultados de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) en laboratorio

| Código de la muestra | Vol. Bot. | % de dilución | Vol. de la muestra | N | OD inicial mg/L | Tiempo | OD final mg/L | DBO ₅ (mg/L) |
|----------------------|-----------|---------------|--------------------|--------|-----------------|--------|---------------|-------------------------|
| CR-M | 300 | 20% | 100 ml | 0.0245 | 4.05 | 5 días | 2.6 | 9.5 |

Fuente: Elaboración propia

Según la fórmula:

$$DBO_5 = \frac{4.05 - 2.6}{0.2} = 9.5 \text{ mg/l}$$

Interpretación: Se observó que en la Tabla N° 28, la concentración de oxígeno disuelto inicial fue de 4.05 mg O₂/L, lo que significa que está dentro del estándar calidad de agua de categoría 3 para bebidas de animales y riego de vegetales, y para el oxígeno final después de 5 días es una concentración de 2.6 mg O₂/l, donde se observó que existe una baja presencia de microorganismo que consumen el oxígeno. Dando como resultado el DBO₅ de 9.5 mg O₂/l, lo que demostró condiciones normales, ya que existe materia orgánica que consume el oxígeno disuelto en el agua.

Tabla N° 29: Resultados de los sólidos totales (ST) en laboratorio

| Código de la muestra | Vol. muestra | Peso de vaso seco | Peso vaso + la muestra | ST mg/l |
|----------------------|--------------|-------------------|------------------------|---------|
| CR-M | 100 ml | 63.277 | 63.399 | 1220 |

Fuente: Elaboración propia

Según la fórmula:

$$ST = \frac{63.399 - 63.277}{0.1} \times 1000 = 1220 \text{ mg/l}$$

Tabla N° 30: Resultados de los sólidos disueltos (SD) en el laboratorio

| Código de la muestra | Vol. muestra | Peso de vaso seco | Peso vaso + la muestra | SDT mg/l |
|----------------------|--------------|-------------------|------------------------|----------|
| CR-M | 100 ml | 63.558 | 63.620 | 620 |

Fuente: Elaboración propia

Según la fórmula:

$$SD = \frac{63.620 - 63.558}{0.1} \times 1000 = 620 \text{ mg/l}$$

Resultados de los sólidos suspendidos totales (SST)

Según la fórmula:

$$SST = 1220 - 620 = 600 \text{ mg/L}$$

Interpretación: Se concluyó que la Tabla N° 29 fue los sólidos totales 1220 mg/l siendo mayor debido que no hubo filtración, como en la Tabla N° 30 de sólidos disueltos que resultó 620 mg/L que si había filtración, dando como resultado los sólidos totales suspendidos 600 mg/L., siendo no significativo en la categoría 3 para bebidas de animales.

3.1.2 Medición del metal pesado (plomo)

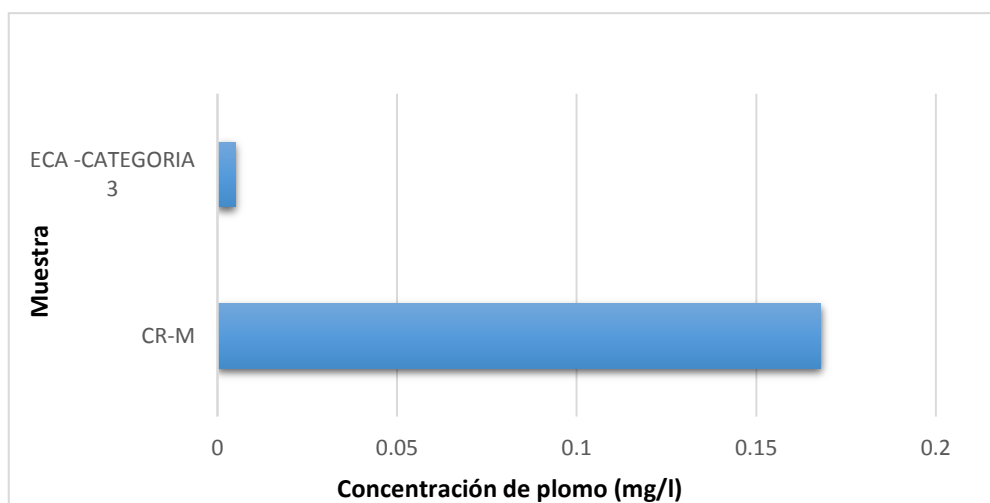
Tabla N° 31: Resultados por absorción atómica

| CÓDIGO DE LA MUESTRA | PLOMO (mg/L) |
|----------------------|--------------|
| CR-M | 0.1680 |

| | |
|----------------------------|-------|
| ECA CATEGORÍA 3 | 0.005 |
|----------------------------|-------|

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la Tabla N° 31 se observó, que en el canal de regadío del distrito Matucana, el metal pesado plomo se encuentra por encima del estándar de calidad ambiental. Observándose el resultado en el anexo 06.



Fuente: Elaboración propia

GRÁFICA N° 1: Resultados de concentración de plomo

Interpretación: En la gráfica N° 1 se muestra que sobrepasa el ECA de agua – Categoría 3: Riego de vegetales y bebidas de animales de 0.05 mg/L, debido a las actividades mineras en la zona.

En la Tabla N° 32, apreciamos el valor que tuvo al inicio la mezcla de “*Mangifera indica*” y “*Citrus reticulada*”

Tabla N° 32: Resultados iniciales de la mezcla “Mangifera indica” y “Citrus reticulada”

| CÓDIGO DE LA MUESTRA | PLOMO mg/l |
|-----------------------------|-------------------|
| CR-MM | 0.0006 |

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en el anexo 06.

- Resultados de medición del canal de regadío

Tabla N° 33: Resultados obtenidos en campo

| Código de la muestra | Tiempo promedio (segundos) | Espacio (m) | Velocidad (m/s) | Profundidad promedio en (m) |
|-----------------------------|-----------------------------------|--------------------|------------------------|------------------------------------|
| CR-M | 49.5 | 29 | 0.58 | 0.145 |

Fuente: Elaboración propia

Según las formulas:

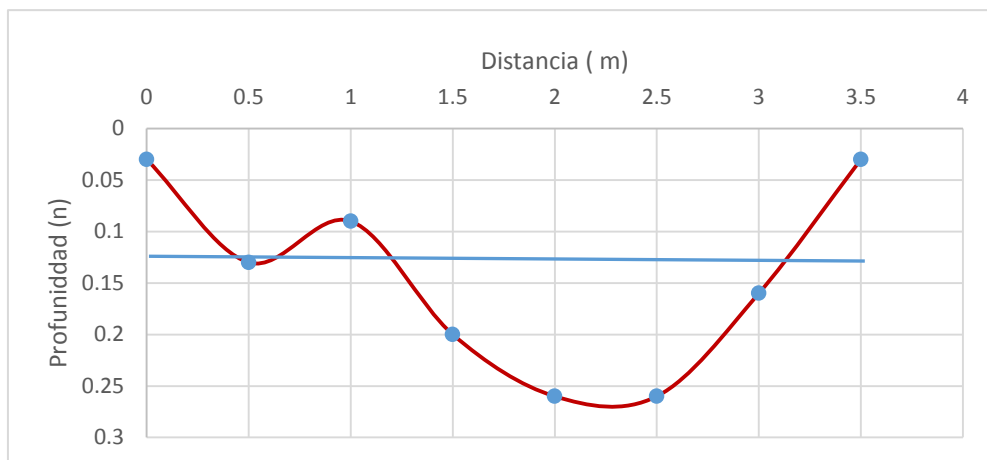
$$\text{Área de corte del canal de regadío: } 3.50 \times 0.145 = 0.50 \text{ m}^2$$

$$\text{Velocidad del flotador: } \frac{29}{49.5} = 0.58 \text{ m/s}$$

$$Q = 0.50 \times 0.58 = 0.29 \text{ m}^3/\text{s}$$

Lo cual se reemplazó a L/s dando como resultado: 290 l/s su caudal del canal de regadío – Distrito Matucana.

Interpretación: La Tabla N° 33 se demostró cómo se mueve el agua dentro del canal de regadío, dando como resultado $0.29 \text{ m}^3/\text{s}$, lo cual demuestra que hay una ligera pendiente del canal de regadío, lo que hace que su caudal sea rápido. Se tomó en cuenta para realizar el tratamiento de la planta piloto con caudal. Entendiéndose que durante el año, en las estaciones hay una variación del caudal de acorde a la precipitación de las partes altas de la cuenca del Rio Rímac.



Fuente: Elaboración propia

GRÁFICA N° 2: Corte transversal del canal de regadío

Interpretación: Se muestra la variabilidad de la sección transversal del canal de regadío de Matucana, registrándose las mayores profundidades, mayormente a 2 metros, de la margen derecha, zona en la cual ocurre el elevado tránsito del volumen de agua (Gráfica N° 1) (Gráfica N° 2).

3.2 Resultados finales después del tratamiento

En la Tabla N° 34, se muestran un resumen de los diferentes tratamientos por triplicado, evaluados en distintos tiempos, donde se obtuvieron datos de concentración inicial de plomo y la concentración final después de la aplicación del tratamiento.

Tabla N° 34: Resultados iniciales y finales de plomo (pb) del agua del canal de regadío - Matucana

| N° | N° de tratamiento | | Malla (mm) | Dosis (g) | Tiempo (horas) | Plomo inicial (mg/L) | Plomo final (mg/L) |
|----|----------------------|------------------|---------------|--------------|-------------------|----------------------------|--------------------------|
| 1 | Primero | T ₁ : | 55 | 50 | 24 | 0.1680 | 0.0910 |
| 2 | | | 35 | 25 | | | 0.0765 |
| 3 | | | 15 | 12.5 | | | 0.0677 |
| 4 | | T ₂ : | 55 | 50 | 48 | | 0.0835 |
| 5 | | | 35 | 25 | | | 0.0745 |
| 6 | | | 15 | 12.5 | | | 0.0680 |
| 7 | | T ₃ : | 55 | 50 | 72 | | 0.0800 |
| 8 | | | 35 | 25 | | | 0.0635 |
| 9 | | | 15 | 12.5 | | | 0.0601 |
| 10 | Segundo | T ₁ : | 55 | 50 | 24 | 0.1680 | 0.1045 |
| 11 | | | 35 | 25 | | | 0.0755 |
| 12 | | | 15 | 12.5 | | | 0.0681 |
| 13 | | T ₂ : | 55 | 50 | 48 | | 0.0928 |
| 14 | | | 35 | 25 | | | 0.0730 |
| 15 | | | 15 | 12.5 | | | 0.0660 |
| 16 | | T ₃ : | 55 | 50 | 72 | | 0.0867 |
| 17 | | | 35 | 25 | | | 0.0665 |
| 18 | | | 15 | 12.5 | | | 0.0646 |
| 19 | Tercero | T ₁ : | 55 | 50 | 24 | 0.1680 | 0.0996 |
| 20 | | | 35 | 25 | | | 0.0785 |
| 21 | | | 15 | 12.5 | | | 0.0674 |
| 22 | | T ₂ : | 55 | 50 | 48 | | 0.0945 |
| 23 | | | 35 | 25 | | | 0.0710 |
| 24 | | | 15 | 12.5 | | | 0.0655 |
| 25 | | T ₃ : | 55 | 50 | 72 | | 0.0858 |
| 26 | | | 35 | 25 | | | 0.0638 |
| 27 | | | 15 | 12.5 | | | 0.0615 |

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la Tabla N° 34, se observó que las mallas de 55, 35 y 15 mm que fueron evaluadas en dosis de 50, 25 y 12.5 gramos de mezcla de las cáscaras “*Mangifera indica*” y “*Citrus reticulada*”, teniendo como resultado final la concentración de 0.0615 mg/L con la dosis de 12.5 gramos, en un tiempo de 72 horas.

3.2.1 Resultados de la eficiencia de remoción de plomo en el agua del canal de regadío

La eficiencia en porcentaje que tiene la mezcla de las cáscaras de “Mangifera indica” y “Citrus reticulada” en diferentes dosis para la remoción de plomo.

Tabla N° 35: Resultados del primer tratamiento

| N° TRAT. | DOSIS (g) | PLOMO INICIA L mg/L | PLOMO FINAL mg/L | | | | Tiempo (horas) | |
|-------------|--------------|------------------------------|---------------------|--------|--------|-------------------------------|-------------------|----|
| | | | | | | 24 | 48 | 72 |
| | | | TIEMPO (horas) | | | EFICIENCIA DE REMOCIÓN (%) | | |
| | | | 24 | 48 | 72 | | | |
| Primero | 50 | 0.1680 | 0.0910 | 0.0835 | 0.0800 | 46 | 50 | 52 |
| Segundo | | | 0.1045 | 0.0928 | 0.0867 | 38 | 45 | 48 |
| Tercero | | | 0.0996 | 0.0945 | 0.0858 | 41 | 44 | 49 |
| PROMEDIO | | | | | | 42 | 46 | 50 |

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Se observó en la Tabla N°35, se observó que la malla de 55 mm con una dosis de 50 gramos de la mezcla de la cáscara, los porcentaje de eficiencia para las 24 horas 42 %, para las 48 horas 46 % y 72 horas fueron 50 %, lo que significa que su porcentaje de remoción bajo.

Tabla N° 36: Resultados del segundo tratamiento

| N° TRAT. | DOSIS (g) | PLOMO INICIAL mg/L | PLOMO FINAL mg/L | | | | Tiempo (horas) | |
|----------|-----------|--------------------|------------------|--------|--------|----------------------------|----------------|----|
| | | | | | | 24 | 48 | 72 |
| | | | TIEMPO (horas) | | | EFICIENCIA DE REMOCIÓN (%) | | |
| | | | 24 | 48 | 72 | | | |
| Primero | 25 | 0.1680 | 0.0765 | 0.0745 | 0.0635 | 54 | 56 | 62 |
| Segundo | | | 0.0755 | 0.0730 | 0.0665 | 55 | 57 | 60 |
| Tercero | | | 0.0785 | 0.0710 | 0.0638 | 53 | 58 | 62 |
| PROMEDIO | | | | | | 54 | 57 | 61 |

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Se observó en la Tabla N° 36, para la malla 35 mm dosis de 25 gramos su porcentaje de eficiencia, fue para las 24 horas 54%, 48 horas 57% y finalmente para las 72 horas fue de 61% dando como resultado un promedio regular de remoción por el tratamiento triplicado que fueron evaluados.

Tabla N° 37: Resultados del tercer tratamiento

| Nº TRAT. | DOSIS (g) | PLOMO INICIAL mg/L | PLOMO FINAL mg/L | | | | Tiempo (horas) | |
|----------|--------------|--------------------------|---------------------|--------|--------|----------------------------------|-------------------|----|
| | | | | | | 24 | 48 | 72 |
| | | | TIEMPO (horas) | | | EFICIENCIA DE REMOCIÓN (%) | | |
| | | | 24 | 48 | 72 | | | |
| Primero | 12.5 | 0.1680 | 0.0677 | 0.0680 | 0.0601 | 59 | 60 | 64 |
| Segundo | | | 0.0681 | 0.0660 | 0.0646 | 59 | 61 | 62 |
| Tercero | | | 0.0674 | 0.0655 | 0.0615 | 60 | 61 | 63 |
| PROMEDIO | | | | | | 59 | 61 | 63 |

Fuente: Elaboración propia

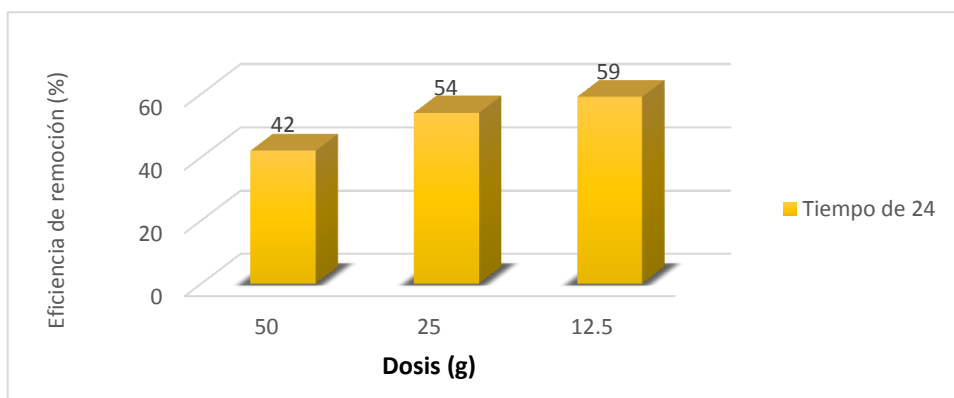
Interpretación: Se observa en la Tabla N° 37, el tercer tratamiento la malla de 12.5 mm teniendo la dosis de 12.5 gramos, su porcentaje de eficiencia para las 24 horas 59%, 48 horas fue 61% y para las 72 horas fue de 63%, donde se observó que en esta malla existe mayor cantidad de remoción de plomo del canal de regadío.

Tabla N° 38: Resultados promedios de los tratamientos

| N° tratamiento | Malla (mm) | Dosis (g) | Tiempo (horas) | | |
|----------------|------------|-----------|----------------------------|----|----|
| | | | 24 | 48 | 72 |
| | | | Eficiencia de remoción (%) | | |
| Primero | 55 | 50 | 42 | 46 | 50 |
| Segundo | 35 | 25 | 54 | 57 | 61 |
| Tercero | 15 | 12.5 | 59 | 61 | 63 |

Fuente: Elaboración propia

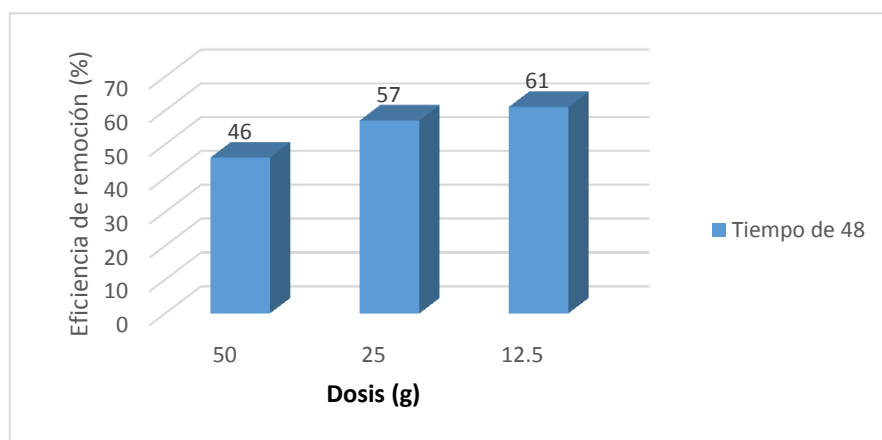
Interpretación: En la Tabla N° 38, se demostró la comparación entre los promedios de las tres dosis para la eficiencia de remoción de plomo, donde la máxima fue de 63% en 72 horas con la dosis 12.5 g. en relación con la malla de 15 mm, mientras que la mínima de 42% con la dosis de 50 g en relación con la malla 55 mm.



Fuente: Elaboración propia

GRÁFICA N° 3: Promedio de eficiencia de remoción en 24 horas

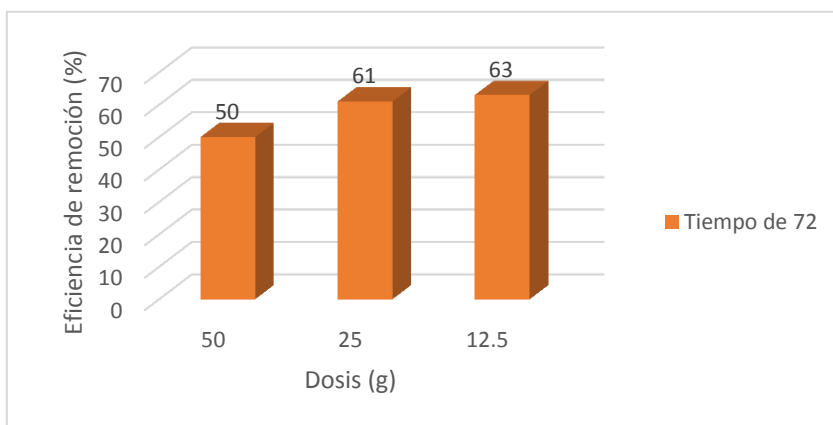
Interpretación: En la Gráfica N° 3, muestra que para la dosis de 12.5 gramos con una malla de 15 mm hay una mayor eficiencia de remoción de 59 % en las 24 horas.



Fuente: Elaboración propia

GRÁFICA N° 4: Promedio de eficiencia de remoción de 48 horas

Interpretación: Se observa para la dosis de 12.5 gramos en malla de 15 mm hay una mayor remoción de eficiencia de 61% en las 48 horas (Gráfica N° 4)



Fuente: Elaboración propia

GRÁFICA N° 5: Promedio de eficiencia de remoción en 72 horas

Interpretación: Se muestra para la malla de 15 mm con una dosis 12.5 gramos, hay una mejor remoción de 63% en el tiempo de 72 horas, a comparación de las otras dosis de 50 gramos y 25 gramos (Gráfica N° 5).

3.3 Resultados de los parámetros fisicoquímicos después del tratamiento

En la Tabla N°39 se observa los tratamientos de agua del canal de regadío del distrito Matucana, los cuales fueron por triplicado con diferentes mallas 55 mm, 35mm y 15 mm, las que fueron puestas en dosis de 50, 25 y 12.5 gramos siendo evaluadas en diferentes tiempos 24, 48 y 72 horas, en la que se puede observar todos los resultados de los parámetros fisicoquímicos (pH, temperatura, conductividad eléctrica y potencial redox).

Tabla N° 39: Resultado resumen de los diferentes tratamiento antes y post tratamiento

| N° | N° DE TRAT. | | MALL A (mm) | DOSIS (g) | TIEMPO (horas) | Parámetros fisicoquímicos inicial | | | | Parámetros fisicoquímicos final | | | |
|----|-------------|----------------|-------------|-----------|----------------|-----------------------------------|------|------------|---------|---------------------------------|------|------------|---------|
| | | | | | | T(°C) | pH | CE (µs/cm) | EH (mV) | T (°C) | pH | CE (µs/cm) | EH (mV) |
| 1 | Primero | T ₁ | 55 | 50 | 24 | 23.2 | 8.75 | 648 | -77 | 24.9 | 4.51 | 4230 | 81.7 |
| 2 | | | 35 | 25 | | 23.2 | 8.75 | 648 | -77 | 24.9 | 4.56 | 2580 | 79.3 |
| 3 | | | 15 | 12.5 | | 23.2 | 8.75 | 648 | -77 | 24.8 | 4.79 | 1588 | 84.6 |
| 4 | | T ₂ | 55 | 50 | 48 | 23.2 | 8.75 | 648 | -77 | 23.2 | 4.37 | 4920 | 85.9 |
| 5 | | | 35 | 25 | | 23.2 | 8.75 | 648 | -77 | 23.2 | 4.48 | 2900 | 89.2 |
| 6 | | | 15 | 12.5 | | 23.2 | 8.75 | 648 | -77 | 23.1 | 4.72 | 1756 | 76.7 |
| 7 | | T ₃ | 55 | 50 | 72 | 23.2 | 8.75 | 648 | -77 | 23.8 | 4.28 | 4770 | 87.6 |
| 8 | | | 35 | 25 | | 23.2 | 8.75 | 648 | -77 | 23.8 | 4.49 | 2980 | 77.1 |
| 9 | | | 15 | 12.5 | | 23.2 | 8.75 | 648 | -77 | 23.8 | 4.91 | 1536 | 76.9 |
| 10 | segundo | T ₁ | 55 | 50 | 24 | 23.2 | 8.75 | 648 | -77 | 23.8 | 4.15 | 4165 | 65.0 |
| 11 | | | 35 | 25 | | 23.2 | 8.75 | 648 | -77 | 23.8 | 4.31 | 2450 | 78.3 |
| 12 | | | 15 | 12.5 | | 23.2 | 8.75 | 648 | -77 | 23.8 | 4.35 | 1670 | 80.4 |
| 13 | | T ₂ | 55 | 50 | 48 | 23.2 | 8.75 | 648 | -77 | 24.0 | 4.20 | 4320 | 63.7 |
| 14 | | | 35 | 25 | | 23.2 | 8.75 | 648 | -77 | 24.0 | 4.24 | 2835 | 65.3 |
| 15 | | | 15 | 12.5 | | 23.2 | 8.75 | 648 | -77 | 24.0 | 4.36 | 1638 | 81.1 |
| 16 | | T ₃ | 55 | 50 | 72 | 23.2 | 8.75 | 648 | -77 | 24.4 | 4.41 | 4829 | 87.5 |
| 17 | | | 35 | 25 | | 23.2 | 8.75 | 648 | -77 | 24.4 | 4.45 | 2755 | 70.4 |
| 18 | | | 15 | 12.5 | | 23.2 | 8.75 | 648 | -77 | 24.4 | 4.48 | 1780 | 75.8 |
| 19 | tercero | T ₁ | 55 | 50 | 24 | 23.2 | 8.75 | 648 | -77 | 23.6 | 4.32 | 4550 | 79.1 |
| 20 | | | 35 | 25 | | 23.2 | 8.75 | 648 | -77 | 23.6 | 4.28 | 2540 | 66.9 |
| 21 | | | 15 | 12.5 | | 23.2 | 8.75 | 648 | -77 | 23.6 | 4.25 | 1430 | 63.2 |
| 22 | | T ₂ | 55 | 50 | 48 | 23.2 | 8.75 | 648 | -77 | 24.5 | 4.12 | 4723 | 59.6 |
| 23 | | | 35 | 25 | | 23.2 | 8.75 | 648 | -77 | 24.5 | 4.14 | 2389 | 52.1 |
| 24 | | | 15 | 12.5 | | 23.2 | 8.75 | 648 | -77 | 24.5 | 4.21 | 1789 | 60.3 |
| 25 | | T ₃ | 55 | 50 | 72 | 23.2 | 8.75 | 648 | -77 | 24.3 | 4.36 | 4734 | 80.8 |
| 26 | | | 35 | 25 | | 23.2 | 8.75 | 648 | -77 | 24.3 | 4.40 | 2367 | 86.7 |
| 27 | | | 15 | 12.5 | | 23.2 | 8.75 | 648 | -77 | 24.3 | 4.43 | 2530 | 69.7 |

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Los resultados de la Tabla N° 39, se observó los parámetros fisicoquímicos iniciales para los diferentes tratamientos del agua del canal de regadío del distrito de Matucana las que fueron evaluados por triplicado, observándose variaciones en los resultados finales.

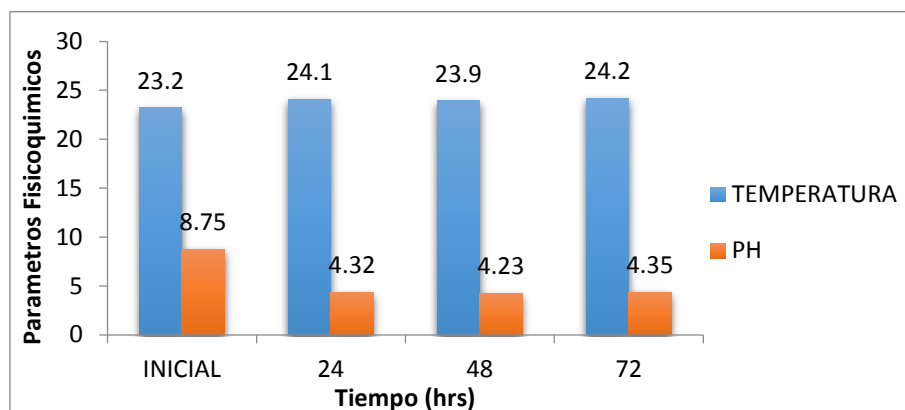
Se muestra los resultados iniciales y finales de los parámetros fisicoquímicos realizados por triplicado para los tratamientos del agua del canal de regadío del distrito Matucana.

Tabla N° 40: Resultados promedio de los parametros fisicoquimicos para el primer tratamiento

| N° | Malla (mm) | Dosis (g) | Tiempo (horas) | Parámetros fisicoquímicos inicial | | | | Parámetros fisicoquímicos final | | | |
|-----------|------------|-----------|----------------|-----------------------------------|------|------------|---------|---------------------------------|--------|------------|---------|
| | | | | T (°C) | pH | CE (µs/cm) | EH (mV) | T (°C) | pH | CE (µs/cm) | EH (mV) |
| 1 | 55 | 50 | 24 | 23.2 | 8.75 | 648 | -77 | 24.9 | 4.51 | 4230 | 81.7 |
| | | | | 23.2 | 8.75 | 648 | -77 | 23.8 | 4.15 | 4165 | 65.0 |
| | | | | 23.2 | 8.75 | 648 | -77 | 23.6 | 4.32 | 4550 | 79.1 |
| Promedio: | | | 23.2 | 8.75 | 648 | -77 | 24.1 | 4.32 | 4315 | 75.3 | |
| 2 | | | 48 | 23.2 | 8.75 | 648 | -77 | 23.2 | 4.37 | 4920 | 85.9 |
| | | | | 23.2 | 8.75 | 648 | -77 | 24.0 | 4.20 | 4320 | 63.7 |
| | | | | 23.2 | 8.75 | 648 | -77 | 24.5 | 4.12 | 4723 | 59.6 |
| Promedio: | | | 23.2 | 8.75 | 648 | -77 | 23.9 | 4.23 | 4654.3 | 69.7 | |
| 3 | | | 72 | 23.2 | 8.75 | 648 | -77 | 23.8 | 4.28 | 4770 | 87.6 |
| | | | | 23.2 | 8.75 | 648 | -77 | 24.4 | 4.41 | 4829 | 87.5 |
| | | | | 23.2 | 8.75 | 648 | -77 | 24.3 | 4.36 | 4734 | 80.8 |
| Promedio: | | | 23.2 | 8.75 | 648 | -77 | 24.2 | 4.35 | 4777.6 | 85.3 | |

Fuente: Elaboración propia

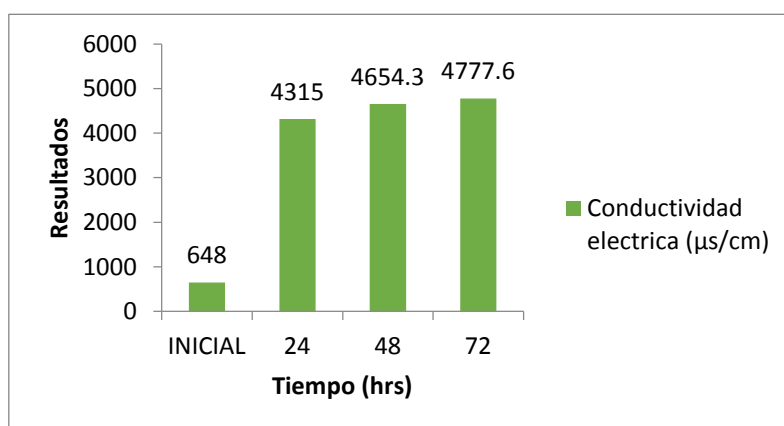
Interpretación: Para la Tabla N° 40, se observó con la dosis de 50 g., los promedios de sus parámetros fisicoquímicos iniciales fueron constantes para los diferentes tiempos y sus parámetros fisicoquímicos finales del agua, variaron en el tiempo de 24 horas con su temperatura de 24.1, pH de 4.32, conductividad eléctrica fue 4315 µs/cm y potencial redox de 75.3 mV, 48 horas su temperatura fue 23.9 °C, pH de 4.23, conductividad eléctrica 4654.3 µs/cm y su potencial redox de 69.7 mV y para las 72 horas su temperatura 24.2 °C, pH de 4.35, conductividad eléctrica 4777.6 µs/cm y potencial redox 85.3 mV.



Fuente: Elaboración propia

GRÁFICA N° 6: Resultados de temperatura vs pH

Interpretación: Se muestra los promedios de la temperatura y pH en el proceso de biosorción con una dosis de 50 gramos, teniendo una ligera variación en la temperatura inicial y final en los diferentes tiempos, asimismo el pH inicial cambia a un pH ácido. El pH no se encuentra en el ECA del agua establecido de 6,5-8,5.



Fuente: Elaboración propia

GRÁFICA N° 7: Resultados de CE

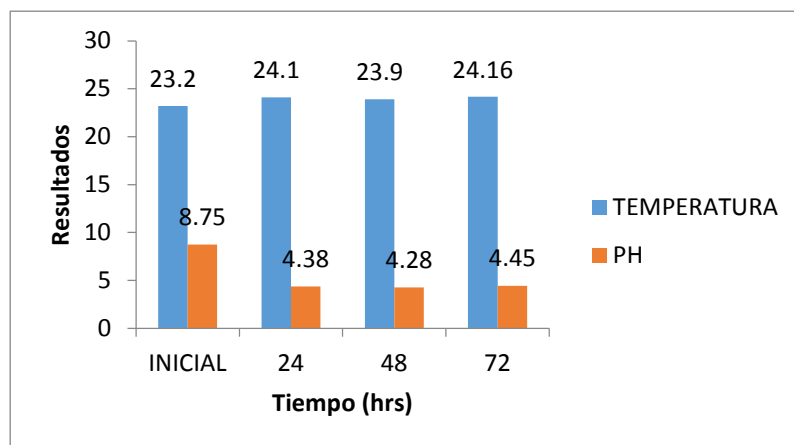
Interpretación: Se observa que la conductividad eléctrica inicial varía después del proceso con una dosis de 50 gramos en diferentes tiempos, encontrándose en el estándar de calidad de agua de 5000 µs/cm para bebidas de animales, y para riego de vegetales de 2500 µs/cm no encontrándose.

Tabla N° 41: Resultados de parámetros fisicoquímicos del segundo tratamiento

| N° | Malla (mm) | Dosis (g) | Tiempo (horas) | Parámetros fisicoquímicos inicial | | | | Parámetros fisicoquímicos final | | | |
|----|------------|-----------|----------------|-----------------------------------|------|------------|---------|---------------------------------|------|------------|---------|
| | | | | T (°C) | pH | CE (µs/cm) | EH (mV) | T (°C) | pH | CE (µs/cm) | EH (mV) |
| 1 | 35 | 25 | 24 | 23.2 | 8.75 | 648 | -77 | 24.9 | 4.56 | 2580 | 79.3 |
| | | | | 23.2 | 8.75 | 648 | -77 | 23.8 | 4.31 | 2450 | 78.3 |
| | | | | 23.2 | 8.75 | 648 | -77 | 23.6 | 4.28 | 2540 | 66.9 |
| | | | Promedio: | 23.2 | 8.75 | 648 | -77 | 24.1 | 4.38 | 2523.3 | 74.83 |
| 2 | | | 48 | 23.2 | 8.75 | 648 | -77 | 23.2 | 4.48 | 2900 | 89.2 |
| | | | | 23.2 | 8.75 | 648 | -77 | 24.0 | 4.24 | 2835 | 65.3 |
| | | | | 23.2 | 8.75 | 648 | -77 | 24.5 | 4.14 | 2389 | 52.1 |
| | | | Promedio: | 23.2 | 8.75 | 648 | -77 | 23.9 | 4.28 | 2708 | 68.87 |
| 3 | | | 72 | 23.2 | 8.75 | 648 | -77 | 23.8 | 4.49 | 2980 | 77.1 |
| | | | | 23.2 | 8.75 | 648 | -77 | 24.4 | 4.45 | 2755 | 70.4 |
| | | | | 23.2 | 8.75 | 648 | -77 | 24.3 | 4.40 | 2367 | 86.7 |
| | | | Promedio: | 23.2 | 8.75 | 648 | -77 | 24.16 | 4.45 | 2700.6 | 78.06 |

Fuente: Elaboración propia

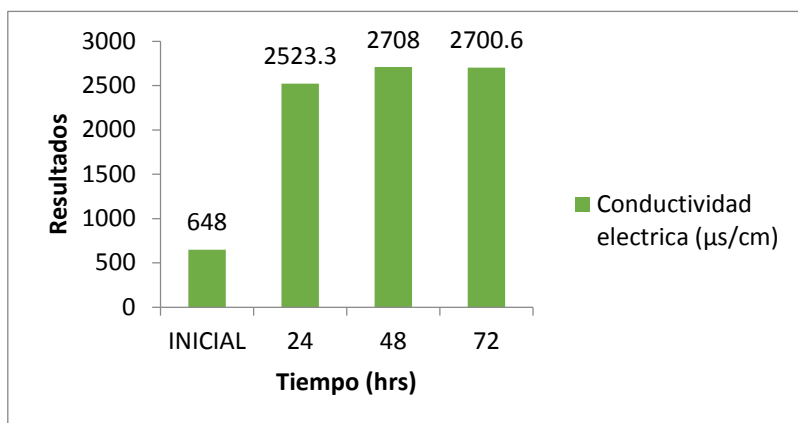
Interpretación: Los resultados con la dosis de 25 g (Tabla N° 41), variaron sus parámetros fisicoquímico finales en los tiempos de 24 horas donde su T fue 24.1°C, pH 4.38, CE 2523.3 µs/cm y Eh 74.8 mV, en 48 horas su T de 23.9 °C, pH de 4.28, CE 2708 µs/cm y Eh 68.87 mV, finalmente para 72 horas tuvo 24.16 °C, pH 4.45, CE fue de 2700.6 µs/cm, Eh 78.06 mV.



Fuente: Elaboración propia

GRÁFICA N° 8: Resultados Temperatura vs. pH

Interpretación: Se muestra los resultados promedio de la temperatura inicial y después del proceso en diferentes tiempos con dosis de 25 gramos, mostrando una pequeña variación, a la vez el pH inicial de 8.75 decrece a un pH ácido entre el rango de 4.28 a 4.45, no encontrándose en el ECA establecido de categoría 3:6,5-8,5.



Fuente: Elaboración propia

GRÁFICA N° 9: Resultados de CE

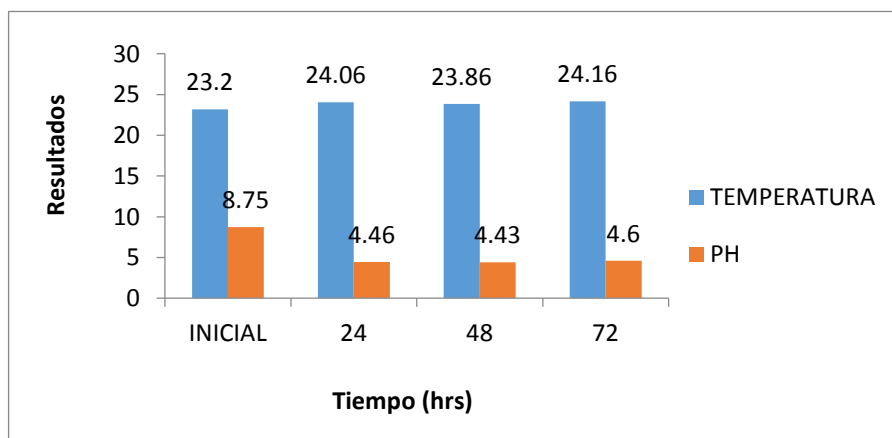
Interpretación: Los resultados promedios, existen una variación inicial con el final después del proceso con una dosis de 25 gramos. Encontrándose en el estándar de calidad de agua de la categoría 3: Riego de vegetales y bebidas de animales.

Tabla N° 42: Resultados de parámetros fisicoquímicos del tercer tratamiento

| N° | Malla (mm) | Dosis (g) | Tiempo (horas) | Parámetros fisicoquímicos inicial | | | | Parámetros fisicoquímicos final | | | |
|-----------|------------|-----------|----------------|-----------------------------------|------|------------|---------|---------------------------------|--------|------------|---------|
| | | | | T (°C) | pH | CE (µs/cm) | EH (mV) | T (°C) | pH | CE (µs/cm) | EH (mV) |
| 1 | 15 | 12.5 | 24 | 23.2 | 8.75 | 648 | -77 | 24.8 | 4.79 | 1588 | 84.6 |
| | | | | 23.2 | 8.75 | 648 | -77 | 23.8 | 4.35 | 1670 | 80.4 |
| | | | | 23.2 | 8.75 | 648 | -77 | 23.6 | 4.25 | 1430 | 63.2 |
| Promedio: | | | 23.2 | 8.75 | 648 | -77 | 24.06 | 4.46 | 1562.6 | 76.06 | |
| 2 | | | 48 | 23.2 | 8.75 | 648 | -77 | 23.1 | 4.72 | 1756 | 76.7 |
| | | | | 23.2 | 8.75 | 648 | -77 | 24.0 | 4.36 | 1638 | 81.1 |
| | | | | 23.2 | 8.75 | 648 | -77 | 24.5 | 4.21 | 1789 | 60.3 |
| Promedio: | | | 23.2 | 8.75 | 648 | -77 | 23.86 | 4.43 | 1727.6 | 72.7 | |
| 3 | | | 72 | 23.2 | 8.75 | 648 | -77 | 23.8 | 4.91 | 1536 | 76.9 |
| | | | | 23.2 | 8.75 | 648 | -77 | 24.4 | 4.48 | 1780 | 75.8 |
| | | | | 23.2 | 8.75 | 648 | -77 | 24.3 | 4.43 | 2530 | 69.7 |
| Promedio: | | | 23.2 | 8.75 | 648 | -77 | 24.16 | 4.60 | 1948.6 | 74.13 | |

Fuente: Elaboración propia

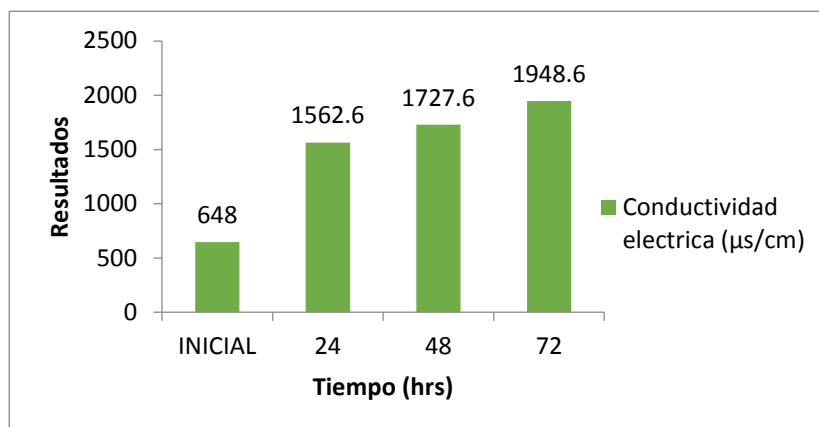
Interpretación: Para la Tabla N° 42, se observó los promedios de los parámetros fisicoquímicos finales con una dosis de 12.5 g. donde a las 72 horas su temperatura fue de 24.16 °C, pH fue 4.60, conductividad eléctrica 1948.6 μs/cm y potencial redox de 74.13 mV, siendo óptimo para la mayor remoción de plomo.



Fuente: Elaboración propia

GRÁFICA N° 10: Resultado de TEMPERATURA vs PH

Interpretación: La temperatura inicial varia ligeramente con los diferentes tiempos de la temperatura final en una dosis de 15 gramos, en cambio el pH inicial baja en los diferentes tiempos a un pH ácido en el proceso, debido a que es un tratamiento estático.



Fuente: Elaboración propia

GRÁFICA N° 11: Resultados de la CE

Interpretación: La conductividad eléctrica, se encuentra dentro del ECA del agua - categoría 3, a la vez presentándose una variación en el inicial con el final.

3.4 Resultados de la capacidad de adsorción generados por la mezcla de *Mangifera indica* y *Citrus reticulada*

La capacidad de adsorción generados por la mezcla de los residuos de las cascara “*Mangifera indica*” y “*Citrus reticulada*”.

Tabla N° 43: Resultados de capacidad de adsorción del primer tratamiento

| N° TRAT. | DOSIS (g) | VOLUMEN (ml) | PLOMO INICIAL (mg/L) | PLOMO FINAL mg/L | | | TIEMPO (horas) | | |
|-------------|--------------|-----------------|----------------------------|---------------------|--------|--------|---------------------------|--------|--------|
| | | | | | | | 24 | 48 | 72 |
| | | | | TIEMPO (horas) | | | Capacidad de adsorción | | |
| | | | | | | | (mg/g) | | |
| Primero | 50 | 500 | 0.1680 | 0.0910 | 0.0835 | 0.0800 | 0.0007 | 0.0008 | 0.0009 |
| Segundo | | | | 0.1045 | 0.0928 | 0.0867 | 0.0006 | 0.0008 | 0.0008 |
| Tercero | | | | 0.0996 | 0.0945 | 0.0858 | 0.0007 | 0.0007 | 0.0008 |
| PROMEDIO | | | | | | | 0.0007 | 0.0008 | 0.0008 |

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la Tabla N° 43, se aprecia con la dosis de 50 gramos en relación con la malla de 55 mm, su capacidad de adsorción fue de 0.0007 mg/g en el tiempo de 24 horas, 0.0008 mg/g para 48 horas y 0.0008 para 72 horas.

Tabla N° 44: Resultados de la capacidad de adsorción para el segundo tratamiento

| w | DOSIS (g) | VOLUMEN (ml) | PLOMO INICIAL (mg/L) | PLOMO FINAL mg/L | | | TIEMPO (horas) | | |
|----------|--------------|-----------------|----------------------------|---------------------|--------|--------|----------------------------------|--------|-------|
| | | | | | | | 24 | 48 | 72 |
| | | | | TIEMPO (horas) | | | Capacidad de adsorción (mg/g) | | |
| | | | | 24 | 48 | 72 | | | |
| Primero | 25 | 500 | 0.1680 | 0.0765 | 0.0745 | 0.0635 | 0.0018 | 0.0019 | 0.002 |
| Segundo | | | | 0.0755 | 0.0730 | 0.0665 | 0.0019 | 0.0019 | 0.002 |
| Tercero | | | | 0.0785 | 0.0710 | 0.0638 | 0.0018 | 0.0019 | 0.002 |
| PROMEDIO | | | | | | | 0.0018 | 0.0019 | 0.002 |

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la Tabla N° 44, se demostró con la dosis de 25 g en relación con la malla 35 mm su capacidad de adsorción en 24 horas fue de 0.0018 mg/g, 48 horas 0.0019 mg/g y para la 72 horas fue de 0.002 mg/g.

Tabla N° 45: Resultados de capacidad de adsorción para el tercer tratamiento

| N° TRAT. | DOSIS (g) | VOLUMEN (ml) | PLOMO INICIAL mg/L | PLOMO FINAL mg/L | | | TIEMPO (horas) | | |
|-------------|--------------|-----------------|--------------------------|---------------------|--------|--------|----------------------------------|--------|--------|
| | | | | TIEMPO (horas) | | | 24 | 48 | 72 |
| | | | | 24 | 48 | 72 | Capacidad de adsorción (mg/g) | | |
| Primero | 12.5 | 500 | 0.1680 | 0.0677 | 0.0680 | 0.0801 | 0.0040 | 0.004 | 0.0035 |
| Segundo | | | | 0.0681 | 0.0660 | 0.0646 | 0.0039 | 0.004 | 0.0041 |
| Tercero | | | | 0.0674 | 0.0655 | 0.0615 | 0.0040 | 0.0041 | 0.0043 |
| PROMEDIO | | | | | | | 0.0040 | 0.004 | 0.0040 |

Fuente: Elaboración propia

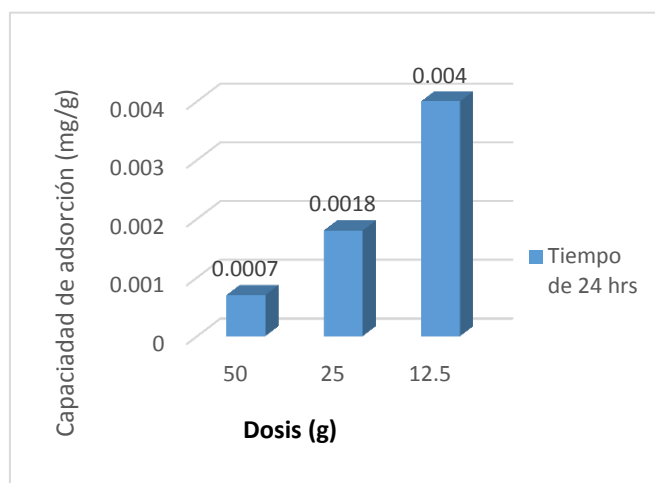
Interpretación: En la Tabla N° 45, con la malla de 35 mm de dosis 12.5 gramos la capacidad de adsorción fue 0.004 mg/g en los diferentes tiempos de 24, 48 y 72 horas fueron constantes, generados por la mezcla de las cascarras de Mangifera indica y Citrus reticulada.

Tabla N° 46: Resultados promedios de los tratamientos

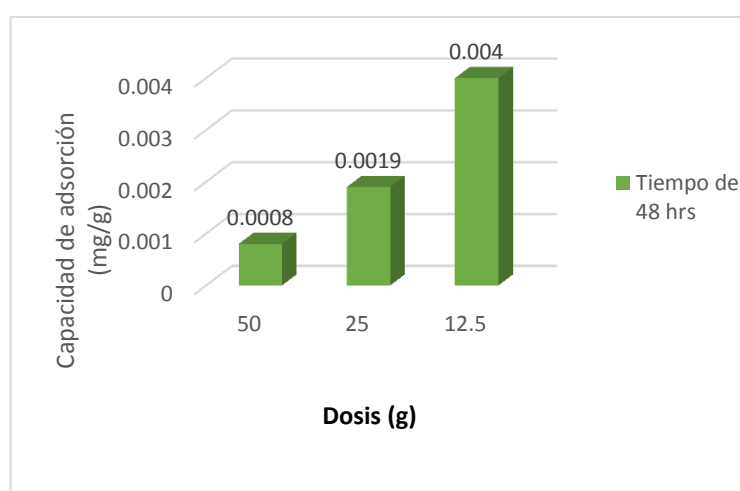
| N° Trat. | Malla (mm) | Dosis (g) | Tiempo (horas) | | |
|----------|------------|-----------|-------------------------------|--------|--------|
| | | | 24 | 48 | 72 |
| | | | Capacidad de adsorción (mg/g) | | |
| Primero | 55 | 50 | 0.0007 | 0.0008 | 0.0008 |
| Segundo | 35 | 25 | 0.0018 | 0.0019 | 0.002 |
| Tercero | 15 | 12.5 | 0.0040 | 0.004 | 0.004 |

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la Tabla N° 46, se observó la comparación entre las 03 dosis promedios de la mezcla de cáscaras de Mangifera indica y Citrus reticulada, donde la capacidad de adsorción optima es 0.004 mg/g con la dosis (12.5 g) en relación con la malla 15 mm y la capacidad de adsorción mínima fue de 0.0007 mg/g con la dosis 50 gramos en relación con la malla 55 mm.



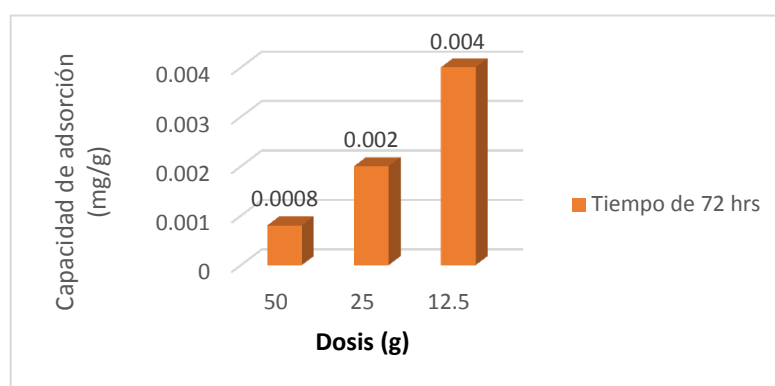
Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

GRÁFICA N° 12: Promedio de capacidad de adsorción en 24 horas

GRÁFICA N° 13: Promedio de capacidad de adsorción en 48 horas



GRÁFICA N° 14: Capacidad de adsorción de 72 hrs.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En los Gráficos N° 12, 13 y 14 se observan las capacidades de adsorción, la cual; la cual fue mayor en la malla de 15 mm con una dosis de 12.5 g. dando como resultado 0.004 mg/g y la capacidad de adsorción menor fue en la malla de 55 mm con una dosis de 50 g.

3.5 Resultado de diseño de la planta piloto

Tabla N° 47: Resultados iniciales del diseño de la planta piloto

| PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS | | | DATOS METEREOLÓGICO | |
|---------------------------|-------|------|---------------------|----------------------|
| pH | | T °C | Humedad relativa | Temperatura ambiente |
| Inicial | final | | | |
| 7 | 6.7 | 21 | 21 | 24.3 |

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la Tabla N° 47 se obtuvo el pH inicial de 7 y el final 6.7 lo que demuestra la diferencia que existe entre un tratamiento estático y un tratamiento con caudal de agua donde el pH no baja considerablemente, si no que se mantiene.

Tabla N° 48: Resultados en diferentes tiempos para la remoción de plomo

| N° de tratamiento | Malla (mm) | Dosis (g) | Tiempo (min) | Plomo inicial (mg/L) | Plomo final (mg/L) | Reducción de plomo (mg/L) | % Remoción |
|-------------------|------------|-----------|--------------|----------------------|--------------------|---------------------------|------------|
| 1 | 15 | 12.5 | 10 | 0.1680 | 0.1107 | 0.0573 | 34 |
| 2 | | | 20 | | 0.1035 | 0.0645 | 38 |
| 3 | | | 30 | | 0.0915 | 0.0765 | 46 |
| 4 | | | 40 | | 0.0887 | 0.0793 | 47 |
| 5 | | | 50 | | 0.0795 | 0.0885 | 53 |
| 6 | | | 60 | | 0.0705 | 0.0975 | 58 |

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la Tabla N° 48, se observó en el tratamiento piloto como fue decreciendo el plomo que existe en el agua con relación al tiempo llegando a un 58% de remoción de plomo en el agua del canal de regadío en un tiempo de 1 hora. Con un caudal 12 L/s, demostrándose que si fuera un tiempo mayor se podría alcanzar el 63% como se indica en las pruebas estáticas realizadas.

Asimismo el caudal medido en el canal de regadío fue de 290 L/s, en la prueba piloto realizada su caudal fue 12 L/s, donde utilizamos 1.250 gramos la mezcla de las cáscaras de “*Mangifera indica*” y “*Citrus reticulada*”. Por lo tanto para un caudal de 290 L/s se utilizaría 30 kilos de las cáscaras de “*Mangifera indica*” y “*Citrus reticulada*”, para aplicarlo de manera in situ. Siendo relativo a las estaciones del año.

3.6 RESULTADOS ESTADÍSTICOS

3.6.1 Concentración final de plomo

Prueba de Normalidad para datos de concentración final de plomo.

Tabla N° 49: Prueba de normalidad de shapiro- wilk por cada tratamiento realizado

| | TRATAMIENTO | SHAPIRO-WILK | | |
|------------------------------|-------------------|--------------|----|------|
| | | Estadístico | gl | Sig. |
| Concentración final de plomo | DOSIS 50 - 24 H | ,976 | 3 | ,700 |
| | DOSIS 50 – 48 H | ,863 | 3 | ,275 |
| | DOSIS 50 – 72 H | ,849 | 3 | ,237 |
| | DOSIS 25 – 24 H | ,881 | 3 | ,328 |
| | DOSIS 25 – 48 H | ,993 | 3 | ,843 |
| | DOSIS 25 – 72 H | ,824 | 3 | ,174 |
| | DOSIS 12,5 – 24 H | ,993 | 3 | ,843 |
| | DOSIS 12,5 – 48 H | ,893 | 3 | ,363 |
| | DOSIS 12,5 – 72 H | ,955 | 3 | ,590 |

Fuente: IBM SPSS v. 24, 2018

a) Prueba de hipótesis

H_0 : Los datos proceden de una distribución normal

H_1 : Los datos no proceden de una distribución normal

b) Regla de decisión

Sig. < 0,05. Rechazamos la H_0 :

c) Resultado /Conclusión

P valor mayor de 0,05 entonces no rechazamos la H_0 . Los datos proceden de una distribución normal.

Tabla N° 50: Prueba de ANOVA de un factor

| Concentración final de plomo | | | | | |
|------------------------------|-------------------|----|------------------|--------|------|
| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
| Entre grupos | ,004 | 8 | ,000 | 36,624 | ,000 |
| Dentro de grupos | ,000 | 18 | ,000 | | |
| Total | ,004 | 26 | | | |

Fuente: IBM SPSS v. 24, 2018

a) Prueba de hipótesis

H₁: A menor dosis de la mezcla de los residuos de las cascarras de " *Mangifera indica*" y "*Citrus reticulado*", hay remoción de plomo

H₀: A menor dosis de la mezcla de los residuos de las cascarras de " *Mangifera indica*" y "*Citrus reticulado*", no hay remoción de plomo

b) Regla de decisión

Sig < 0,05. Rechazamos la H₀:

c) Resultado /discusión

P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la H₁. A menor dosis de la mezcla de los residuos de las cáscaras de " *Mangifera indica*" y "*Citrus reticulado*", hay remoción de plomo

Tabla N° 51: Comparación de diferencias significativas

| Variable dependiente: Dosis | | | | | | |
|-----------------------------|----------------------|----------------------------------|----------------|------|----------------------------------|--------------------|
| HSD Tukey | | | | | | |
| (I) TRAT. | (J) TRATAMIENTO | Diferencia de medias (I-J) | Desv. Error | Sig. | Intervalo de confianza al 95% | |
| | | | | | Límite inferior | Límite superior |
| DOSIS 50 – 24 H | DOSIS 50 – 48 H | ,0081000 | ,0029384 | ,196 | -,002196 | ,018396 |
| | DOSIS 50 – 72 H | ,0142000 [*] | ,0029384 | ,003 | ,003904 | ,024496 |
| | DOSIS 25– 24 H | ,0240333 [*] | ,0029384 | ,000 | ,013738 | ,034329 |
| | DOSIS 25– 48 H | ,0255333 [*] | ,0029384 | ,000 | ,015238 | ,035829 |
| | DOSIS 25– 72 H | ,0337667 [*] | ,0029384 | ,000 | ,023471 | ,044062 |
| | DOSIS 12,5 – 24 H | ,0306333 [*] | ,0029384 | ,000 | ,020338 | ,040929 |
| | DOSIS 12,5– 48 H | ,0318667 [*] | ,0029384 | ,000 | ,021571 | ,042162 |
| | DOSIS 12,5– 72 H | ,0363000 [*] | ,0029384 | ,000 | ,026004 | ,046596 |
| DOSIS 50 – 48 | DOSIS 50 – 24 H | -,0081000 | ,0029384 | ,196 | -,018396 | ,002196 |

| | | | | | | |
|-------------------|-------------------|------------|----------|-------|----------|----------|
| H | DOSIS 50 – 72 H | ,0061000 | ,0029384 | ,516 | -,004196 | ,016396 |
| | DOSIS 25– 24 H | ,0159333* | ,0029384 | ,001 | ,005638 | ,026229 |
| | DOSIS 25 – 48 H | ,0174333* | ,0029384 | ,000 | ,007138 | ,027729 |
| | DOSIS 25 - 72 H | ,0256667* | ,0029384 | ,000 | ,015371 | ,035962 |
| | DOSIS 12,5– 24 H | ,0225333* | ,0029384 | ,000 | ,012238 | ,032829 |
| | DOSIS 12,5 – 48 H | ,0237667* | ,0029384 | ,000 | ,013471 | ,034062 |
| | DOSIS 12,5– 72 H | ,0282000* | ,0029384 | ,000 | ,017904 | ,038496 |
| DOSIS 50 – 72 H | DOSIS 50 – 24 H | -,0142000* | ,0029384 | ,003 | -,024496 | -,003904 |
| | DOSIS 50 – 48 H | -,0061000 | ,0029384 | ,516 | -,016396 | ,004196 |
| | DOSIS 25 – 24 H | ,0098333 | ,0029384 | ,068 | -,000462 | ,020129 |
| | DOSIS 25– 48 H | ,0113333* | ,0029384 | ,025 | ,001038 | ,021629 |
| | DOSIS 25 – 72 H | ,0195667* | ,0029384 | ,000 | ,009271 | ,029862 |
| | DOSIS 12,5 – 24 H | ,0164333* | ,0029384 | ,001 | ,006138 | ,026729 |
| | DOSIS 12,5 – 48 H | ,0176667* | ,0029384 | ,000 | ,007371 | ,027962 |
| DOSIS 25 – 24 H | DOSIS 12,5 – 72 H | ,0221000* | ,0029384 | ,000 | ,011804 | ,032396 |
| | DOSIS 50 – 24 H | -,0240333* | ,0029384 | ,000 | -,034329 | -,013738 |
| | DOSIS 50 – 48 H | -,0159333* | ,0029384 | ,001 | -,026229 | -,005638 |
| | DOSIS 50 – 72 H | -,0098333 | ,0029384 | ,068 | -,020129 | ,000462 |
| | DOSIS 25– 48 H | ,0015000 | ,0029384 | 1,000 | -,008796 | ,011796 |
| | DOSIS 25– 72 H | ,0097333 | ,0029384 | ,072 | -,000562 | ,020029 |
| | DOSIS 12,5– 24 H | ,0066000 | ,0029384 | ,419 | -,003696 | ,016896 |
| | DOSIS 12,5 – 48 H | ,0078333 | ,0029384 | ,227 | -,002462 | ,018129 |
| DOSIS 25 – 48 H | DOSIS 12,5 – 72 H | ,0122667* | ,0029384 | ,013 | ,001971 | ,022562 |
| | DOSIS 50 – 24 H | -,0255333* | ,0029384 | ,000 | -,035829 | -,015238 |
| | DOSIS 50 – 48 H | -,0174333* | ,0029384 | ,000 | -,027729 | -,007138 |
| | DOSIS 50 – 72 H | -,0113333* | ,0029384 | ,025 | -,021629 | -,001038 |
| | DOSIS 25– 24 H | -,0015000 | ,0029384 | 1,000 | -,011796 | ,008796 |
| | DOSIS 25 – 72 H | ,0082333 | ,0029384 | ,182 | -,002062 | ,018529 |
| | DOSIS 12,5– 24 H | ,0051000 | ,0029384 | ,719 | -,005196 | ,015396 |
| | DOSIS 12,5– 48 H | ,0063333 | ,0029384 | ,470 | -,003962 | ,016629 |
| DOSIS 25 – 72 H | DOSIS 12,5– 72 H | ,0107667* | ,0029384 | ,036 | ,000471 | ,021062 |
| | DOSIS 50 – 24 H | -,0337667* | ,0029384 | ,000 | -,044062 | -,023471 |
| | DOSIS 50 – 48 H | -,0256667* | ,0029384 | ,000 | -,035962 | -,015371 |
| | DOSIS 50 – 72 H | -,0195667* | ,0029384 | ,000 | -,029862 | -,009271 |
| | DOSIS 25 – 24 H | -,0097333 | ,0029384 | ,072 | -,020029 | ,000562 |
| | DOSIS 25 – 48 H | -,0082333 | ,0029384 | ,182 | -,018529 | ,002062 |
| | DOSIS 12,5 – 24 H | -,0031333 | ,0029384 | ,972 | -,013429 | ,007162 |
| | DOSIS 12,5 – 48 H | -,0019000 | ,0029384 | ,999 | -,012196 | ,008396 |
| DOSIS 12,5 – 24 H | DOSIS 12,5 – 72 H | ,0025333 | ,0029384 | ,992 | -,007762 | ,012829 |
| | DOSIS 50 – 24 H | -,0306333* | ,0029384 | ,000 | -,040929 | -,020338 |
| | DOSIS 50 – 48 H | -,0225333* | ,0029384 | ,000 | -,032829 | -,012238 |
| | DOSIS 50 – 72 H | -,0164333* | ,0029384 | ,001 | -,026729 | -,006138 |

| | | | | | | |
|-------------------|-------------------|------------|----------|-------|----------|----------|
| | DOSIS 25 – 24 H | -,0066000 | ,0029384 | ,419 | -,016896 | ,003696 |
| | DOSIS 25– 48 H | -,0051000 | ,0029384 | ,719 | -,015396 | ,005196 |
| | DOSIS 25– 72 H | ,0031333 | ,0029384 | ,972 | -,007162 | ,013429 |
| | DOSIS 12,5– 48 H | ,0012333 | ,0029384 | 1,000 | -,009062 | ,011529 |
| | DOSIS 12,5 – 72 H | ,0056667 | ,0029384 | ,605 | -,004629 | ,015962 |
| DOSIS 12,5 – 48H | DOSIS 50 – 24 H | -,0318667* | ,0029384 | ,000 | -,042162 | -,021571 |
| | DOSIS 50 – 48 H | -,0237667* | ,0029384 | ,000 | -,034062 | -,013471 |
| | DOSIS 50 – 72 H | -,0176667* | ,0029384 | ,000 | -,027962 | -,007371 |
| | DOSIS 25– 24 H | -,0078333 | ,0029384 | ,227 | -,018129 | ,002462 |
| | DOSIS 25– 48 H | -,0063333 | ,0029384 | ,470 | -,016629 | ,003962 |
| | DOSIS 25 – 72 H | ,0019000 | ,0029384 | ,999 | -,008396 | ,012196 |
| | DOSIS 12,5 – 24 H | -,0012333 | ,0029384 | 1,000 | -,011529 | ,009062 |
| | DOSIS 12,5– 72 H | ,0044333 | ,0029384 | ,838 | -,005862 | ,014729 |
| DOSIS 12,5 – 72 H | DOSIS 50 – 24 H | -,0363000* | ,0029384 | ,000 | -,046596 | -,026004 |
| | DOSIS 50 – 48 H | -,0282000* | ,0029384 | ,000 | -,038496 | -,017904 |
| | DOSIS 50 – 72 H | -,0221000* | ,0029384 | ,000 | -,032396 | -,011804 |
| | DOSIS 25– 24 H | -,0122667* | ,0029384 | ,013 | -,022562 | -,001971 |
| | DOSIS 25– 48 H | -,0107667* | ,0029384 | ,036 | -,021062 | -,000471 |
| | DOSIS 25 – 72H | -,0025333 | ,0029384 | ,992 | -,012829 | ,007762 |
| | DOSIS 12,5 – 24 H | -,0056667 | ,0029384 | ,605 | -,015962 | ,004629 |
| | DOSIS 12,5 – 48 H | -,0044333 | ,0029384 | ,838 | -,014729 | ,005862 |

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente: IBM SPSS v. 24, 2018

a) Prueba de hipótesis

H₀: No existe diferencia significativa entre los tratamientos

H₁: Existe alguna diferencia significativa entre los tratamientos

b) Regla de decisión

Sig <0,05. Rechazamos la H₀:

c) Resultado /discusión

P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la H₁. Entonces asumimos que, existe alguna diferencia significativa entre los 9 tratamientos para ver la dosis óptima de la mezcla de “*Mangifera indica*” y “*Citrus reticulada*” encontrándose la significancia en el rango de 0,00 a 0,036 (sombreadas).

3.6.2 Parámetros fisicoquímicos

- PH

Tabla N° 52: Prueba de normalidad por shapiro- wilk

| | TRATAMIENTO | Shapiro wilk | | |
|----|-------------------|--------------|----|------|
| | | estadístico | gl | Sig. |
| PH | DOSIS 50 - 24 H | ,999 | 3 | ,939 |
| | DOSIS 50 – 48 H | ,959 | 3 | ,609 |
| | DOSIS 50 – 72 H | ,983 | 3 | ,747 |
| | DOSIS 25 – 24 H | ,829 | 3 | ,187 |
| | DOSIS 25 – 48 H | ,947 | 3 | ,554 |
| | DOSIS 25 – 72 H | ,996 | 3 | ,878 |
| | DOSIS 12,5 – 24 H | ,883 | 3 | ,334 |
| | DOSIS 12,5 – 48 H | ,947 | 3 | ,554 |
| | DOSIS 12,5 – 72 H | ,827 | 3 | ,181 |

Fuente: IBM SPSS v. 24, 2018

a) Prueba de hipótesis

H_0 : Los datos proceden de una distribución normal

H_1 : Los datos no proceden de una distribución normal

b) Regla de decisión

Sig. <0,05. Rechazamos la H_0 :

c) Resultado /Conclusión

P valor mayor de 0,05 entonces no rechazamos la H_0 . Los datos proceden de una distribución normal.

Tabla N° 53: Prueba de t- student

| Prueba de muestras emparejadas | | | | | | | | | |
|--------------------------------|---------------------------------|-------------------------|---------------------|----------------------------|--|----------|---------|----|---------------------|
| | | Diferencias emparejadas | | | | | t | gl | Sig. (bilateral) |
| | | Media | Desv. Desviación | Desv. Error promedio | 95% de intervalo de confianza de la diferencia | | | | |
| | | | | | Inferior | Superior | | | |
| Par 1 | INICIAL - DOSIS 50 – 24 H | 4,42333 | ,1800 9 | ,10398 | 3,97596 | 4,87071 | 42,542 | 2 | ,001 |
| Par 2 | INICIAL - DOSIS 50 – 48 H | 4,52000 | ,1276 7 | ,07371 | 4,20285 | 4,83715 | 61,320 | 2 | ,000 |
| Par 3 | INICIAL - DOSIS 50 – 72 H | 4,40000 | ,0655 7 | ,03786 | 4,23710 | 4,56290 | 116,220 | 2 | ,000 |

| | | | | | | | | | |
|-------|-----------------------------------|---------|------------|--------|---------|---------|---------|---|------|
| Par 4 | INICIAL - DOSIS 25– 24 H | 4,36667 | ,1537 3 | ,08876 | 3,98478 | 4,74856 | 49,198 | 2 | ,000 |
| Par 5 | INICIAL - DOSIS 25– 48 H | 4,46333 | ,1747 4 | ,10088 | 4,02926 | 4,89741 | 44,242 | 2 | ,001 |
| Par 6 | INICIAL - DOSIS 25 – 72 H | 4,30333 | ,0450 9 | ,02603 | 4,19132 | 4,41535 | 165,296 | 2 | ,000 |
| Par 7 | INICIAL - DOSIS 12,5 – 24 H | 4,28667 | ,2872 9 | ,16586 | 3,57301 | 5,00033 | 25,844 | 2 | ,001 |
| Par 8 | INICIAL - DOSIS 12,5 – 48 H | 4,32000 | ,2621 1 | ,15133 | 3,66889 | 4,97111 | 28,547 | 2 | ,001 |
| Par 9 | INICIAL - DOSIS 12,5 – 72 H | 4,14333 | ,2638 8 | ,15235 | 3,48782 | 4,79885 | 27,196 | 2 | ,001 |

Fuente: IBM SPSS v. 24, 2018

a) Prueba de hipótesis

H₀: Los parámetros fisicoquímicos (pH) de las aguas contaminadas con plomo, para la biosorción antes y post tratamiento son iguales en cada dosis de la mezcla "*Mangifera indica*" y "*citrus reticulada*"

H₁: Los parámetros fisicoquímicos (pH) de las aguas contaminadas con plomo, para la biosorción antes y post tratamiento son diferentes en cada dosis de la mezcla "*Mangifera indica*" y "*Citrus reticulada*"

b) Regla de decisión

Sig <0,05. Rechazamos la H₀:

c) Resultado /Conclusión

El p valor obtenido, mediante la prueba de T-Student es menor de 0,05, entonces aceptamos la H₁. Los parámetros fisicoquímicos (pH) de las aguas contaminadas con plomo, para la biosorción antes y post tratamiento son diferentes en cada dosis de la mezcla "*Mangifera indica*" y "*Citrus reticulada*".

- Temperatura

Tabla N° 54: Prueba de normalidad para datos de temperatura

| | TRATAMIENTO | SHAPIRO-WILK | | |
|-------------|-------------------|--------------|----|------|
| | | Estadístico | gl | Sig. |
| TEMPERATURA | DOSIS 50 - 24 H | ,862 | 3 | ,274 |
| | DOSIS 50 – 48 H | ,983 | 3 | ,747 |
| | DOSIS 50 – 72 H | ,842 | 3 | ,220 |
| | DOSIS 25 – 24 H | ,862 | 3 | ,274 |
| | DOSIS 25 – 48 H | ,983 | 3 | ,747 |
| | DOSIS 25 – 72 H | ,871 | 3 | ,298 |
| | DOSIS 12,5 – 24 H | ,871 | 3 | ,298 |
| | DOSIS 12,5 – 48 H | ,974 | 3 | ,688 |
| | DOSIS 12,5 – 72 H | ,871 | 3 | ,298 |

Fuente: IBM SPSS v. 24, 2018

a) Prueba de hipótesis

H_0 : Los datos proceden de una distribución normal

H_1 : Los datos no proceden de una distribución normal

b) Regla de decisión

Sig. < 0,05. Rechazamos la H_0 :

c) Resultado /Conclusión

P valor mayor de 0,05 entonces no rechazamos la H_0 . Los datos proceden de una distribución normal.

Tabla N° 55: Prueba de t-student

| Prueba de muestras emparejadas | | | | | | | | | |
|--------------------------------|---------------------------|-------------------------|------------------|----------------------|--|----------|-------|----|------------------|
| | | Diferencias emparejadas | | | | | t | gl | Sig. (bilateral) |
| | | Media | Desv. Desviación | Desv. Error promedio | 95% de intervalo de confianza de la diferencia | | | | |
| | | | | | Inferior | Superior | | | |
| Par 1 | INICIAL - DOSIS 50 – 24 H | ,9000 | ,7000 | ,4041 | -,8389 | 2,6389 | 2,227 | 2 | ,156 |

| | | | | | | | | | |
|-------|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------------|--------|-------|---|------|
| Par 2 | INICIAL - DOSIS 50 – 48 H | ,7000 | ,6557 | ,3786 | -,9290 | 2,3290 | 1,849 | 2 | ,206 |
| Par 3 | INICIAL - DOSIS 50 – 72 H | ,9000 | ,4359 | ,2517 | -,1828 | 1,9828 | 3,576 | 2 | ,070 |
| Par 4 | INICIAL - DOSIS 25– 24 H | ,9000 | ,7000 | ,4041 | -,8389 | 2,6389 | 2,227 | 2 | ,156 |
| Par 5 | INICIAL - DOSIS 25– 48 H | ,7000 | ,6557 | ,3786 | -,9290 | 2,3290 | 1,849 | 2 | ,206 |
| Par 6 | INICIAL - DOSIS 25 – 72 H | ,9667 | ,3215 | ,1856 | ,1681 | 1,7652 | 5,209 | 2 | ,035 |
| Par 7 | INICIAL - DOSIS 12,5 – 24 H | ,8667 | ,6429 | ,3712 | -,7304 | 2,4637 | 2,335 | 2 | ,145 |
| Par 8 | INICIAL - DOSIS 12,5 – 48 H | ,6667 | ,7095 | ,4096 | - 1,0957 | 2,4291 | 1,628 | 2 | ,245 |
| Par 9 | INICIAL - DOSIS 12,5 – 72 H | ,9667 | ,3215 | ,1856 | ,1681 | 1,7652 | 5,209 | 2 | ,035 |

Fuente: IBM SPSS v. 24, 2018

a) Prueba de hipótesis

H₁: Los parámetros fisicoquímicos (temperatura) de las aguas contaminadas con plomo, para la biosorción antes y post tratamiento son diferentes en cada dosis de la mezcla "*Mangifera indica*" y "*citrus reticulada*"

H₀: Los parámetros fisicoquímicos (temperatura) de las aguas contaminadas con plomo, para la biosorción antes y post tratamiento son iguales en cada dosis de la mezcla "*Mangifera indica*" y "*citrus reticulada*"

b) Regla de decisión

Sig >0,05. Rechazamos la H₁:

c) Resultado /Conclusión

El p valor obtenido, mediante la prueba de T-Student es mayor a 0,05. Aceptamos la H₀ Los parámetros fisicoquímicos (temperatura) de las aguas contaminadas con plomo, para la biosorción antes y post tratamiento son iguales en cada dosis de la mezcla "*Mangifera indica*" y "*citrus reticulada*".

- Conductividad Eléctrica

Tabla N° 56: Prueba de normalidad para datos de conductividad eléctrica

| | TRATAMIENTO | SHAPIRO-WILK | | |
|----|-------------------|--------------|----|------|
| | | Estadístico | gl | Sig. |
| CE | DOSIS 50 - 24 H | ,872 | 3 | ,302 |
| | DOSIS 50 – 48 H | ,962 | 3 | ,626 |
| | DOSIS 50 – 72 H | ,981 | 3 | ,735 |
| | DOSIS 25 – 24 H | ,953 | 3 | ,583 |
| | DOSIS 25 – 48 H | ,844 | 3 | ,224 |
| | DOSIS 25 – 72 H | ,977 | 3 | ,709 |
| | DOSIS 12,5 – 24 H | ,968 | 3 | ,655 |
| | DOSIS 12,5 – 48 H | ,904 | 3 | ,400 |
| | DOSIS 12,5 – 72 H | ,920 | 3 | ,454 |

Fuente: IBM SPSS v. 24, 2018

a) Prueba de hipótesis

H_0 : Los datos proceden de una distribución normal

H_1 : Los datos no proceden de una distribución normal

b) Regla de decisión

Sig. < 0,05. Rechazamos la H_0 :

c) Resultado /Conclusión

P valor mayor de 0,05 entonces no rechazamos la H_0 . Los datos proceden de una distribución normal.

Tabla N° 57: Prueba de t-student

| Prueba de muestras emparejadas | | | | | | | | | |
|--------------------------------|---------------------------------|-------------------------|---------------------|----------------------------|--|----------|--------|----|---------------------|
| | | Diferencias emparejadas | | | | | t | gl | Sig. (bilateral) |
| | | Media | Desv. Desviación | Desv. Error promedio | 95% de intervalo de confianza de la diferencia | | | | |
| | | | | | Inferior | Superior | | | |
| Par 1 | INICIAL - DOSIS 50 – 24 H | 3667,000 | 206,095 | 118,989 | 3155,033 | 4178,967 | 30,818 | 2 | ,001 |

| | | | | | | | | | |
|----------|-----------------------------------|--------------|-------------|---------|--------------|----------|---------|---|------|
| Par 2 | INICIAL - DOSIS 50 – 48 H | 4006,33 3 | 305,8 37 | 176,575 | 3246,5 92 | 4766,075 | 22,689 | 2 | ,002 |
| Par 3 | INICIAL - DOSIS 50 – 72 H | 4129,66 7 | 47,96 2 | 27,691 | 4010,5 23 | 4248,810 | 149,135 | 2 | ,000 |
| Par 4 | INICIAL - DOSIS 25– 24 H | 1875,33 3 | 66,58 3 | 38,442 | 1709,9 31 | 2040,735 | 48,784 | 2 | ,000 |
| Par 5 | INICIAL - DOSIS 25– 48 H | 2060,00 0 | 278,1 67 | 160,600 | 1368,9 94 | 2751,006 | 12,827 | 2 | ,006 |
| Par 6 | INICIAL - DOSIS 25 – 72 H | 2052,66 7 | 310,0 91 | 179,031 | 1282,3 58 | 2822,975 | 11,465 | 2 | ,008 |
| Par 7 | INICIAL - DOSIS 12,5 – 24 H | 914,667 | 121,9 89 | 70,430 | 611,62 9 | 1217,704 | 12,987 | 2 | ,006 |
| Par 8 | INICIAL - DOSIS 12,5 – 48 H | 1079,66 7 | 79,38 7 | 45,834 | 882,45 8 | 1276,875 | 23,556 | 2 | ,002 |
| Par 9 | INICIAL - DOSIS 12,5 – 72 H | 1300,66 7 | 518,0 21 | 299,079 | 13,832 | 2587,501 | 4,349 | 2 | ,049 |

Fuente: IBM SPSS v. 24, 2018

a) Prueba de hipótesis

H₁: Los parámetros fisicoquímicos (conductividad eléctrica) de las aguas contaminadas con plomo, para la biosorción antes y post tratamiento son diferentes en cada dosis de la mezcla "*Mangifera indica*" y "*Citrus reticulada*"

H₀: Los parámetros fisicoquímicos (conductividad eléctrica) de las aguas contaminadas con plomo, para la biosorción antes y post tratamiento son iguales en cada dosis de la mezcla "*Mangifera indica*" y "*citrus reticulada*"

b) Regla de decisión

Sig <0,05. Rechazamos la H₀:

c) Resultado /Conclusión

El p valor obtenido, mediante la prueba de T-Student es menor de 0,05. Aceptamos la H₁ Los parámetros fisicoquímicos (conductividad eléctrica) de las aguas contaminadas con plomo, para la biosorción antes y post tratamiento son diferentes en cada dosis de la mezcla "*Mangifera indica*" y "*citrus reticulada*"

- Potencial redox

Tabla N° 58: Pruebas de normalidad para datos de potencial redox

| | TRATAMIENTO | Shapiro wilk | | |
|----|-------------------|--------------|----|------|
| | | estadístico | gl | Sig. |
| EH | DOSIS 50 - 24 H | ,864 | 3 | ,277 |
| | DOSIS 50 – 48 H | ,864 | 3 | ,278 |
| | DOSIS 50 – 72 H | ,761 | 3 | ,075 |
| | DOSIS 25 – 24 H | ,810 | 3 | ,139 |
| | DOSIS 25 – 48 H | ,973 | 3 | ,685 |
| | DOSIS 25 – 72 H | ,990 | 3 | ,805 |
| | DOSIS 12,5 – 24 H | ,890 | 3 | ,356 |
| | DOSIS 12,5 – 48 H | ,900 | 3 | ,386 |
| | DOSIS 12,5 – 72 H | ,862 | 3 | ,272 |

Fuente: IBM SPSS v. 24, 2018

a) Prueba de hipótesis

H_0 : Los datos proceden de una distribución normal

H_1 : Los datos no proceden de una distribución normal

b) Regla de decisión

Sig. < 0,05. Rechazamos la H_0 :

c) Resultado /Conclusión

P valor mayor de 0,05 entonces no rechazamos la H_0 . Los datos proceden de una distribución normal.

Tabla N° 59: Prueba de t-student

| Prueba de muestras emparejadas | | | | | | | | | |
|--------------------------------|---------------------------------|-------------------------|---------------------|----------------------------|--|--------------|--------|----|---------------------|
| | | Diferencias emparejadas | | | | | t | gl | Sig. (bilateral) |
| | | Media | Desv. Desviación | Desv. Error promedio | 95% de intervalo de confianza de la diferencia | | | | |
| | | | | | Inferior | Superior | | | |
| Par 1 | INICIAL - DOSIS 50 – 24 H | 152,26 67 | 8,98 57 | 5,1879 | 129, 9449 | 174,588 5 | 29,350 | 2 | ,001 |
| Par 2 | INICIAL - DOSIS 50 – 48 H | 146,73 33 | 14,1 500 | 8,1695 | 111, 5827 | 181,884 0 | 17,961 | 2 | ,003 |
| Par 3 | INICIAL - DOSIS 50 – 72 H | 162,30 00 | 3,89 74 | 2,2502 | 152, 6182 | 171,981 8 | 72,127 | 2 | ,000 |

| | | | | | | | | | |
|-------|-----------------------------------|--------------|-------------|---------|--------------|--------------|--------|---|------|
| Par 4 | INICIAL - DOSIS 25– 24 H | 151,83 33 | 6,88 86 | 3,9772 | 134, 7210 | 168,945 7 | 38,176 | 2 | ,001 |
| Par 5 | INICIAL - DOSIS 25– 48 H | 145,86 67 | 18,8 054 | 10,8573 | 99,1 514 | 192,581 9 | 13,435 | 2 | ,005 |
| Par 6 | INICIAL - DOSIS 25 – 72 H | 155,06 67 | 8,19 29 | 4,7302 | 134, 7144 | 175,418 9 | 32,783 | 2 | ,001 |
| Par 7 | INICIAL - DOSIS 12,5 – 24 H | 153,06 67 | 11,3 390 | 6,5466 | 124, 8990 | 181,234 3 | 23,381 | 2 | ,002 |
| Par 8 | INICIAL - DOSIS 12,5 – 48 H | 149,70 00 | 10,9 618 | 6,3288 | 122, 4695 | 176,930 5 | 23,654 | 2 | ,002 |
| Par 9 | INICIAL - DOSIS 12,5 – 72 H | 151,13 33 | 3,87 86 | 2,2393 | 141, 4984 | 160,768 2 | 67,491 | 2 | ,000 |

Fuente: IBM SPSS v. 24, 2018

a) Prueba de hipótesis

H₀: Los parámetros fisicoquímicos (potencial redox) de las aguas contaminadas con plomo, para la biosorción antes y post tratamiento son iguales en cada dosis de la mezcla "*Mangifera indica*" y "*Citrus reticulada*"

H₁: Los parámetros fisicoquímicos (potencial redox) de las aguas contaminadas con plomo, para la biosorción antes y post tratamiento son diferentes en cada dosis de la mezcla "*Mangifera indica*" y "*Citrus reticulada*"

b) Regla de decisión

Sig <0,05. Rechazamos la H₀:

c) Resultado /Conclusión

El p valor obtenido, mediante la prueba de T-Student es menor de 0,05. Aceptamos la H₁ Los parámetros fisicoquímicos (potencial redox) de las aguas contaminadas con plomo, para la biosorción antes y post tratamiento son diferentes en cada dosis de la mezcla "*Mangifera indica*" y "*Citrus reticulada*".

3.6.3 Capacidad de adsorción

Tabla N° 60: Prueba de normalidad para datos de capacidad de adsorción

| CAPACIDAD DE ADSORCIÓN | TRATAMIENTO | Shapiro wilk | | |
|------------------------------|-------------------|--------------|----|------|
| | | estadístico | gl | Sig. |
| | DOSIS 50 - 24 H | ,750 | 3 | ,094 |
| | DOSIS 50 – 48 H | ,573 | 3 | ,273 |
| | DOSIS 50 – 72 H | ,583 | 3 | ,135 |
| | DOSIS 25 – 24 H | ,274 | 3 | ,583 |
| | DOSIS 25 – 48 H | ,244 | 3 | ,743 |
| | DOSIS 25 – 72 H | ,584 | 3 | ,184 |
| | DOSIS 12,5 – 24 H | ,846 | 3 | ,284 |
| | DOSIS 12,5 – 48 H | ,890 | 3 | ,083 |
| | DOSIS 12,5 – 72 H | ,473 | 3 | ,463 |

Fuente: IBM SPSS v. 24, 2018

a) Prueba de hipótesis

H_0 : Los datos proceden de una distribución normal

H_1 : Los datos no proceden de una distribución normal

b) Regla de decisión

Sig. < 0,05. Rechazamos la H_0 :

c) Resultado /Conclusión

P valor mayor de 0,05 entonces no rechazamos la H_0 . Los datos proceden de una distribución normal.

Tabla N° 61: Prueba de ANOVA

| CAPACIDAD DE ADSORCIÓN | | | | | |
|------------------------|-------------------|----|------------------|---------|------|
| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
| Entre grupos | ,000 | 8 | ,000 | 281,720 | ,000 |
| Dentro de grupos | ,000 | 18 | ,000 | | |
| Total | ,000 | 26 | | | |

Fuente: IBM SPSS v. 24, 2018

a) Prueba de hipótesis

H₁: A menor dosis de la mezcla de los residuos de las cascarras de "*Mangifera indica*" y "*Citrus reticulado*", la capacidad de adsorción es alta

H₀: A menor dosis de la mezcla de los residuos de las cascarras de "*Mangifera indica*" y "*Citrus reticulado*", la capacidad de adsorción es baja

b) Regla de decisión

Sig < 0,05. Rechazamos la H₀:

c) Resultado /discusión

P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la H₁. A menor dosis de la mezcla "*Mangifera indica*" y "*Citrus reticulado*", la capacidad de adsorción es alta.

Tabla N° 62: Comparación de diferentes significativas

| Variable dependiente: Capacidad de adsorción | | | | | | |
|--|----------------------|----------------------------------|----------------|-------|----------------------------------|--------------------|
| HSD Tukey | | | | | | |
| (I) TRAT. | (J) TRATAMIENTO | Diferencia de medias (I-J) | Desv. Error | Sig. | Intervalo de confianza al 95% | |
| | | | | | Límite inferior | Límite superior |
| DOSIS 50 – 24 H | DOSIS 50 – 48 H | -,0001000 | ,0001197 | ,994 | -,000519 | ,000319 |
| | DOSIS 50 – 72 H | -,0001667 | ,0001197 | ,887 | -,000586 | ,000253 |
| | DOSIS 25– 24 H | -,0011667* | ,0001197 | ,000 | -,001586 | -,000747 |
| | DOSIS 25– 48 H | -,0012333* | ,0001197 | ,000 | -,001653 | -,000814 |
| | DOSIS 25– 72 H | -,0013333* | ,0001197 | ,000 | -,001753 | -,000914 |
| | DOSIS 12,5 – 24 H | -,0033000* | ,0001197 | ,000 | -,003719 | -,002881 |
| | DOSIS 12,5– 48 H | -,0033667* | ,0001197 | ,000 | -,003786 | -,002947 |
| | DOSIS 12,5– 72 H | -,0033000* | ,0001197 | ,000 | -,003719 | -,002881 |
| DOSIS 50 – 48 H | DOSIS 50 – 24 H | ,0001000 | ,0001197 | ,994 | -,000319 | ,000519 |
| | DOSIS 50 – 72 H | -,0000667 | ,0001197 | 1,000 | -,000486 | ,000353 |
| | DOSIS 25– 24 H | -,0010667* | ,0001197 | ,000 | -,001486 | -,000647 |
| | DOSIS 25 – 48 H | -,0011333* | ,0001197 | ,000 | -,001553 | -,000714 |
| | DOSIS 25 - 72 H | -,0012333* | ,0001197 | ,000 | -,001653 | -,000814 |
| | DOSIS 12,5– 24 H | -,0032000* | ,0001197 | ,000 | -,003619 | -,002781 |
| | DOSIS 12,5 – 48 H | -,0032667* | ,0001197 | ,000 | -,003686 | -,002847 |
| | DOSIS 12,5– 72 H | -,0032000* | ,0001197 | ,000 | -,003619 | -,002781 |
| DOSIS 50 – 72 H | DOSIS 50 – 24 H | ,0001667 | ,0001197 | ,887 | -,000253 | ,000586 |
| | DOSIS 50 – 48 H | ,0000667 | ,0001197 | 1,000 | -,000353 | ,000486 |
| | DOSIS 25 – 24 H | -,0010000* | ,0001197 | ,000 | -,001419 | -,000581 |
| | DOSIS 25– 48 H | -,0010667* | ,0001197 | ,000 | -,001486 | -,000647 |
| | DOSIS 25 – 72 H | -,0011667* | ,0001197 | ,000 | -,001586 | -,000747 |
| | DOSIS 12,5 – 24 H | -,0031333* | ,0001197 | ,000 | -,003553 | -,002714 |
| | DOSIS 12,5 – 48 | -,0032000* | ,0001197 | ,000 | -,003619 | -,002781 |

| | | | | | | |
|-------------------|-------------------|------------|----------|-------|----------|----------|
| | H | | | | | |
| | DOSIS 12,5 – 72 H | -,0031333* | ,0001197 | ,000 | -,003553 | -,002714 |
| DOSIS 25 – 24 H | DOSIS 50 – 24 H | ,0011667* | ,0001197 | ,000 | ,000747 | ,001586 |
| | DOSIS 50 – 48 H | ,0010667* | ,0001197 | ,000 | ,000647 | ,001486 |
| | DOSIS 50 – 72 H | ,0010000* | ,0001197 | ,000 | ,000581 | ,001419 |
| | DOSIS 25– 48 H | -,0000667 | ,0001197 | 1,000 | -,000486 | ,000353 |
| | DOSIS 25– 72 H | -,0001667 | ,0001197 | ,887 | -,000586 | ,000253 |
| | DOSIS 12,5– 24 H | -,0021333* | ,0001197 | ,000 | -,002553 | -,001714 |
| | DOSIS 12,5 – 48 H | -,0022000* | ,0001197 | ,000 | -,002619 | -,001781 |
| | DOSIS 12,5 – 72 H | -,0021333* | ,0001197 | ,000 | -,002553 | -,001714 |
| DOSIS 25 – 48 H | DOSIS 50 – 24 H | ,0012333* | ,0001197 | ,000 | ,000814 | ,001653 |
| | DOSIS 50 – 48 H | ,0011333* | ,0001197 | ,000 | ,000714 | ,001553 |
| | DOSIS 50 – 72 H | ,0010667* | ,0001197 | ,000 | ,000647 | ,001486 |
| | DOSIS 25– 24 H | ,0000667 | ,0001197 | 1,000 | -,000353 | ,000486 |
| | DOSIS 25 – 72 H | -,0001000 | ,0001197 | ,994 | -,000519 | ,000319 |
| | DOSIS 12,5– 24 H | -,0020667* | ,0001197 | ,000 | -,002486 | -,001647 |
| | DOSIS 12,5– 48 H | -,0021333* | ,0001197 | ,000 | -,002553 | -,001714 |
| | DOSIS 12,5– 72 H | -,0020667* | ,0001197 | ,000 | -,002486 | -,001647 |
| DOSIS 25 – 72 H | DOSIS 50 – 24 H | ,0013333* | ,0001197 | ,000 | ,000914 | ,001753 |
| | DOSIS 50 – 48 H | ,0012333* | ,0001197 | ,000 | ,000814 | ,001653 |
| | DOSIS 50 – 72 H | ,0011667* | ,0001197 | ,000 | ,000747 | ,001586 |
| | DOSIS 25 – 24 H | ,0001667 | ,0001197 | ,887 | -,000253 | ,000586 |
| | DOSIS 25 – 48 H | ,0001000 | ,0001197 | ,994 | -,000319 | ,000519 |
| | DOSIS 12,5 – 24 H | -,0019667* | ,0001197 | ,000 | -,002386 | -,001547 |
| | DOSIS 12,5 – 48 H | -,0020333* | ,0001197 | ,000 | -,002453 | -,001614 |
| | DOSIS 12,5 – 72 H | -,0019667* | ,0001197 | ,000 | -,002386 | -,001547 |
| DOSIS 12,5 – 24 H | DOSIS 50 – 24 H | ,0033000* | ,0001197 | ,000 | ,002881 | ,003719 |
| | DOSIS 50 – 48 H | ,0032000* | ,0001197 | ,000 | ,002781 | ,003619 |
| | DOSIS 50 – 72 H | ,0031333* | ,0001197 | ,000 | ,002714 | ,003553 |
| | DOSIS 25 – 24 H | ,0021333* | ,0001197 | ,000 | ,001714 | ,002553 |
| | DOSIS 25– 48 H | ,0020667* | ,0001197 | ,000 | ,001647 | ,002486 |
| | DOSIS 25– 72 H | ,0019667* | ,0001197 | ,000 | ,001547 | ,002386 |
| | DOSIS 12,5– 48 H | -,0000667 | ,0001197 | 1,000 | -,000486 | ,000353 |
| | DOSIS 12,5 – 72 H | ,0000000 | ,0001197 | 1,000 | -,000419 | ,000419 |
| DOSIS 12,5 – 48H | DOSIS 50 – 24 H | ,0033667* | ,0001197 | ,000 | ,002947 | ,003786 |
| | DOSIS 50 – 48 H | ,0032667* | ,0001197 | ,000 | ,002847 | ,003686 |
| | DOSIS 50 – 72 H | ,0032000* | ,0001197 | ,000 | ,002781 | ,003619 |
| | DOSIS 25– 24 H | ,0022000* | ,0001197 | ,000 | ,001781 | ,002619 |
| | DOSIS 25– 48 H | ,0021333* | ,0001197 | ,000 | ,001714 | ,002553 |
| | DOSIS 25 – 72 H | ,0020333* | ,0001197 | ,000 | ,001614 | ,002453 |
| | DOSIS 12,5 – 24 H | ,0000667 | ,0001197 | 1,000 | -,000353 | ,000486 |
| | DOSIS 12,5– 72 H | ,0000667 | ,0001197 | 1,000 | -,000353 | ,000486 |
| DOSIS 12,5 – | DOSIS 50 – 24 H | ,0033000* | ,0001197 | ,000 | ,002881 | ,003719 |

| | | | | | | |
|---|----------------------|-----------------------|----------|-------|----------|---------|
| 72 H | DOSIS 50 – 48 H | ,0032000 [*] | ,0001197 | ,000 | ,002781 | ,003619 |
| | DOSIS 50 – 72 H | ,0031333 [*] | ,0001197 | ,000 | ,002714 | ,003553 |
| | DOSIS 25– 24 H | ,0021333 [*] | ,0001197 | ,000 | ,001714 | ,002553 |
| | DOSIS 25– 48 H | ,0020667 [*] | ,0001197 | ,000 | ,001647 | ,002486 |
| | DOSIS 25 – 72H | ,0019667 [*] | ,0001197 | ,000 | ,001547 | ,002386 |
| | DOSIS 12,5 – 24 H | ,0000000 | ,0001197 | 1,000 | -,000419 | ,000419 |
| | DOSIS 12,5 – 48 H | -,0000667 | ,0001197 | 1,000 | -,000486 | ,000353 |
| *. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05. | | | | | | |

Fuente: IBM SPSS v. 24, 2018

a) Prueba de hipótesis

H₀: No existe diferencia significativa entre los tratamiento

H₁: Existe alguna diferencia significativa entre los tratamientos

b) Regla de decisión

Sig <0,05. Rechazamos la H₀:

c) Resultado /discusión

P valor menor de 0,05 entonces aceptamos la H₁. Entonces asumimos que, existe alguna diferencia significativa entre los 9 tratamientos para ver la capacidad de adsorción de la mezcla “*Mangifera indica*” y “*Citrus reticulada*”.

IV. DISCUSIÓN

El desarrollo de investigación se planteó como objetivo principal determinar la eficiencia de biosorción de mezcla "*Mangifera indica*" y "*Citrus reticulada*" para la remoción de plomo del canal de regadío – distrito Matucana, después de realizar las pruebas necesarias, se determinó la eficiencia de la mezcla "*Mangifera indica*" y "*Citrus reticulada*" para la remoción de iones de plomo en el agua. Aceptando la hipótesis planteada en este estudio.

En la presente investigación se trabajó con el biosorbente de mezcla de "*Mangifera indica*" y "*Citrus reticulada*", donde el tratamiento con la malla de 15 mm y una dosis de 12.5 gramos en un tiempo de 72 horas fue eficiente para la reducción de metal plomo en un 63%, obteniendo su pH ácido de 4.60, debido a que las pruebas realizadas fueron estáticas. Contrario a lo aplicado por PARRAGA, L. (2018), el tratamiento con el bioadsorbente mediante la mezcla de lima y naranja utilizó la malla de 2mm con una dosis de 15 gramos en un tiempo constante de 24 horas, logró una eficacia para la reducción del metal plomo en un 60.7%, teniendo el pH ácido entre el rango de 3.94 a 4.75.

En la presente investigación para la capacidad de adsorción de plomo con el biosorbente de la mezcla "*Mangifera indica*" y "*Citrus reticulada*", tuvo mejor resultado con la dosis de 12.5 gramos de 0.004 mg de plomo disuelto /g. de mezcla de "*Mangifera indica*" y "*Citrus reticulada*"; es decir, que a menor tamaño hay mayor capacidad de adsorción de iones metálicos. Asimismo, para la remoción de plomo se obtuvo el 63% con una dosis de 12.5 g. en un tiempo de 72 horas. Sin embargo, CHACALTANA, G. (2018) menciona que con el bioadsorbente de la borra de café pre tratada con hidróxido de sodio tuvo una capacidad de adsorción con una dosis de 10 gramos de 0.1419 mg de plomo disuelto /g. de borra de café. Además, su capacidad de remoción de plomo fue de 94.05% con una dosis de 30 gramos en un tiempo de 1 hora, debido a que la borra de café tiene afinidad para la captación de iones de plomo.

En tanto, Maik, D. [et al]. (2017), (2017) afirma que uno de los problemas principales a nivel global es debido a la contaminación por metales pesados, por ello existen metodologías no convencionales como la técnica de bioadsorbente con desechos agrícolas que tienen compuestos principales, como la lignina, la celulosa que hacen que se adhieran los iones metálicos. Esta situación es frecuente en nuestro país, puesto que existen pasivos ambientales, relaves mineros y minas informales, que vierten sus efluentes a los ríos cercanos sin previo tratamiento y estas contaminan a la agricultura, ganado vacuno y por cadena trófica al ser humano.

Finalmente VERDUGO, J. (2017). Sostiene que evaluar la capacidad de bioadsorción de plomo y cromo mediante la cáscara de mandarina, variando sus tamaños y un tiempo de 2 horas, se obtuvo resultados de eficiencia de 71.9% de plomo y 54.4 % de cromo,; siendo optima la partícula de 0.3 mm, y un pH óptimo de 4. Del mismo modo, en esta investigación reaprovecho las cáscaras de mandarina en mezcla con la cascara de mango en diferente concentraciones para la remoción de plomo, en un tiempo de 72 horas, lo cual fue el 63% de eficiencia, con una malla de 15mm y un pH similar de 4.6. En resumen a menor tamaño de malla será mejor la remoción de plomo.

V. CONCLUSIONES

1. Para mejorar la calidad de agua contaminada con metal pesado plomo, se realizaron distintas concentraciones de dosis 50, 25 y 12.5 gramos con mallas de 55 mm, 35 mm y 15 milímetro y en diferentes tiempos (24, 48 y 72 horas) evaluados por triplicado por el método no convencional de biosorción, dando como resultados en los diferentes tratamientos una eficiencia mayor al 42 %.
2. En el tiempo de 72 horas, se logró una eficiencia de biosorción de plomo con la malla de 50 mm y un peso de 50 gramos, donde se obtuvo como remoción de plomo el 50%, además con la malla de 35 mm y una dosis de 25 gramos se obtuvo una remoción de 61% de plomo, por lo tanto en la dosis final se utilizó una malla de 15 mm y una peso de 12.5 gramos de la mezcla "*Mangifera indica*" y "*Citrus reticulada*" , donde se pudo alcanzar un porcentaje de remoción de 63%.
3. La dosis optima que se logró con se logró en el tratamiento fue de 12.5 gramos de la mezcla de las cascaras de "*Mangifera indica*" y "*Citrus reticulada*", la cual tuvo una malla de 15 mm, teniendo una relación inversamente proporcional; Es decir, ; Es decir, a menor tamaño de malla y dosis hay una mayor remoción de plomo, esto debido a que si hay pocas partículas tienen mayor área de la superficie interna por su cantidad de poros, siendo más eficiente en la remoción.
4. Los parámetros fisicoquímicos (pH, temperatura, conductividad eléctrica y potencial redox) de las aguas contaminadas con plomo antes y post tratamiento de las jarras estáticas, fueron analizados en diferentes dosis. Donde la mejor la remoción de plomo fue con la dosis de 12.5 gramos de la mezcla "*Mangifera indica*" y "*Citrus reticulada*" con una temperatura promedio de 24.16 °C, pH 4.60, conductividad eléctrica 1948 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y potencial redox 74.13 mV, siendo un pH ácido. Debido a que en el tratamiento estático no hubo oxigenación en las aguas y esto hizo que las cascaras se descompongan, por lo que al realizar una prueba piloto con un flujo de agua constante, su pH fue 6.7 encontrándose dentro de los estándar de calidad del agua de (6.5 -8.5).

5. La mayor capacidad de adsorción de plomo fue de 0.004 mg de plomo disuelto/g. con una dosis de 12.5 gramos de la mezcla "*Mangifera indica*" y "*Citrus reticulada*". es decir, a menor dosis hay una mayor capacidad de adsorción, debido que tienden a adherirse más los iones de plomo.

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar experimentos con mallas similares en el rango de 10<15mm<20mm para poder reaprovechar los desechos orgánicos, y realizar la comparación de eficiencia de la capacidad de adsorción entre ellas.
- Realizar un análisis granulométrico donde podamos constatar la presencia de la malla de 15 mm para obtener la reducción de los iones metálicos en la biomasa.
- Evaluar el proceso de biosorción cada 6 horas en las 24 horas iniciales del tratamiento, para determinar la capacidad de adsorción de la biomasa con relación al tiempo. Y puedan ser analizadas por el método de absorción atómica.
- Realizar procesos estáticos con aeración cada 18 horas para que el pH del tratamiento no disminuya y se vuelva ácido por la presencia de microorganismo de la biomasa presente en la humedad.
- Reaprovechar las cascaras después del tratamiento mediante el compostaje utilizando bacterias que degraden plomo como el "*Pinicillum*".

VII. REFERENCIAS

- ALGARRA, J. Evaluación de un filtro con biomasa (cascara de limón mandarina; citrus-limonia) para remoción de cromo III presente en solución acuosa. Trabajo de investigación (título de Ingeniería Ambiental). Colombia Bogotá: Universidad Libre de Colombia. 2015.
- ARANDA, E. Biosorción de cromo y níquel por la cascara de bellota de encino (*Quercus crassipes* Humb. & Bonpl.). Tesis (Título ciencias quimicobiológicas). México: Instituto politécnico Nacional, 2010.
- ÁRTICA, M. Caracterización fisicoquímica y funcional de la fibra dietética de cascara de mango criollo de satipo (*Mangifera Indica* L.). En su tesis (título ingeniería industrial). Lima-Huancayo: Universidad nacional del centro del Perú, 2008.
- AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA. Protocolo para el monitoreo de la calidad de recursos hídricos superficiales. [en línea]. Resolución jefatural N° 010-2016-ANA. Lima, Perú. 2016 [Fecha de consulta: 20 de mayo del 2018]. Disponible en : <https://www.ana.gob.pe/publicaciones/protocolo-nacional-para-el-monitoreo-de-la-calidad-de-los-recursos-hidricos-0>
- BACA, A. Efecto del polvo de la cascara de *Musa paradisiaca* en la remoción de cromo total de las aguas residuales de INVERSIONES HAROD S.A.C. Trujillo. Tesis (Título de Ingeniería ambiental). Perú-Trujillo: Universidad cesar vallejo, 2016
- Banco Mundial. Riqueza y sostenibilidad: dimensiones sociales y ambientales de la minería en el Perú. Lima: Banco Mundial, 2005.
- BRAVO, María. Coagulantes y floculantes naturales usados en la reducción de turbidez, sólidos suspendidos, colorantes y metales pesado en aguas residuales. Proyecto de Grado (Licenciatura en Química). Bogotá, Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Facultad de Ciencias y Educación, 2015, 15p.
- CABALLERO, A. Estudio de las características funcionales y físico-químicas de la harina de piel de mango (*Mangifera Indica* L.). Trabajo fin de grado. España. Universidad Miguel Hernández de Elche, 2017


- CHACALTANA, G. Uso de borra de café como bioadsorbente para la remoción de cadmio y plomo disuelto en el agua del Rio Añasmayo Sector la Perla-Huaral. Tesis (Título de Ingeniería Ambiental). Perú-Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2018.
- ESCALONA, N. Estudio potencial del uso de residuos de palta como agente adsorbente. Tesis (Título de Ingeniero civil químico). Chile-Santiago: Universidad técnica Federico santa maría, 2017.
- Estándar nacional de calidad ambiental para agua. D.S.N° 004-2017-MINAM. Perú
- GUTIERREZ, Cardona; et al. Evaluación del poder biosorbente de cascara de naranja para la eliminación de metales pesados, Pb(II) y Zn(II). Red de Revista Científica de América Latina, El Caribe, España y Portugal [en línea]. enero-abril 2013, N° 1 [Fecha de consulta 10 de mayo del 2018] Disponible en: <http://www.redalyc.org/html/467/46729718001/> ISSN: 1665-529X
- HERNANDEZ SAMPIERI, R; Fernández, R. y Baptista, M. Metodología de la investigación. (6 ed.) México. Mc Graw Hill. 2014 ISBN: 978145622396
- MALIK, D.; et al. Removal of heavy metals from emerging cellulosic low-cost adsorbents: a review. Appl water Sci. 2017. Disponible en : <https://link.springer.com/article/10.1007/s13201-016-0401-8>
- Matucana: relave minero podría contaminar el río Rímac. [en línea]. El correo. 22 de septiembre del 2017. [fecha de consulta: 20 de agosto de 2018]. Disponible en : <https://diariocorreo.pe/peru/matucana-relave-minero-representa-amenaza-para-la-salud-de-lima-775323/>
- Ministerio de agricultura, pesca y alimentación. Gobierno de España. Disponible en: http://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacionambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/emisiones/probamb/metales_pesados.aspx
- MUÑOZ, N. [et al]. Uso de la semilla de mango variedad haden para la remoción de cromo hexavalente de soluciones acuosas. Revista cubana química [En línea] 2008, vol XX n° 3, pp.91-98. [Fecha consulta: 5 de mayo del 2018]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/4435/443543716001.pdf> ISSN: 0258-5995

- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA). [en línea]: Informa sobre las acciones de supervisión y medidas dictadas en la zona de Tamboraque, Lima, 2017. [Fecha de consulta: 02 de Marzo 2018].
- Organización Mundial de la Salud (OMS). Seattle, WA: IHME, University of Washington. 9 de febrero 2018. Disponible en : <http://www.who.int/es/newsroom/factsheets/detail/lead-poisoning-and-health>
- OROZCO, Carmen [et al.]. Contaminación ambiental. Madrid, 2011. 678 pp. ISBN: 9788497321785
- PARRAGA, L. Eficacia de la bioadsorción mediante la mezcla de la cascara de Lima y Naranja a diferentes concentraciones de las aguas del Río Rímac. Tesis (Título de Ingeniería Ambiental). Perú: Lima. Universidad Cesar Vallejo. 2018.
- RAMIREZ. Bioadsorción de cobre, cadmio y manganeso con cascara de naranja de las aguas de la laguna Colquicocha. Tesis (Título de Ingeniería Ambiental). Perú: Universidad Nacional del Callao. 2016.
- REYES, Y.; et al. Contaminación por metales pesados: implicaciones en salud, ambiente y seguridad alimentaria. Revista ingeniería, investigación y desarrollo [en línea]. Julio-Diciembre, 2016, vol. 16, N° 2, pp. 66-77. [fecha de consulta 20 de mayo de 2018]. Disponible en: <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Dialnet-ContaminacionPorMetalesPesados-6096110.pdf>
- RODRÍGUEZ, A.; et al. Efectos nocivos del plomo para la salud del hombre. Revista cubana de investigaciones biomédicas. [En línea]. Jul-set 2016. [fecha de consulta: 01 de junio 2018]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S086403002016000300006.
- SAEED, A. y KALIM, I. Caracterización de la capacidad de adsorción e investigación de mecanismo de Cu^{+2} , Ni^{+2} , Zn^{+2} adsorción sobre pelar el mango residuos de solución de metal constituidos y con genuino galvanoplastia de efluentes. [en línea]. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/citedby/10.1080/01496390903182305?scroll=top&needAccess=true>

- SOTIL, L. y FLORES, H. Determinación de parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del contenido de las aguas del Rio Mazán. En sus tesis (título de ingeniero químico).Perú-Iquitos: Universidad Nacional de la Amazonía peruana, 2016.
- TEJADA, C.; et al. Adsorción de metales pesados en aguas residuales usando materiales de origen biológico. Revista tecnológica. [En línea]. Enerojulio.Vol.18 N° 34, pp. 109-123.2015. ISSN: 01237799
- TEVES, Betty. Estudio fisicoquímico de la calidad del agua del Rio Caca. Tesis post grado (Magister en química).Lima: Pontifica Universidad Católica del Perú, 2016.
- TREYBAL, R. Transferencia de masa. (2ed).México: McGRAW-HILL.2012.
- URBINA, C. Uso de la semilla de mango variedad haden para la remoción de cromo hexavalente de soluciones acuosas. Revista tecnológica. [En línea]. 2008. [fecha de consulta: 01 de Junio 2018].
- VARGAS, M. et al. Artículo de Investigación: Evaluación del proceso de bioadsorción con cáscaras de naranja para la eliminación del colorante comercial Lanazol Navy CE en aguas residuales de la industria textil. Universidad Autónoma de Yucatán,2009.
ISSN: 1665-529X.
Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/467/46712187005.pdf>
- VERDUGO, J. y Arévalo, P. Bioadsorción de iones de plomo y cromo procedentes de aguas residuales utilizando la cascara de la mandarina (citrus reticulata Var. Clementina).Trabajo experimental (previo al título ingeniería ambiental). Ecuador-Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana,2017
- VILLANUEVA, Biosorción de cobre (II) por biomasas pretratada de cascara de citrus sinensis(naranja), citrus limonium (Limón) y Opuntia ficus (Palmeta de nopal).En su tesis (ingeniería química).Lima: Universidad Mayor de San Marcos, 2006


VIII. ANEXOS

ANEXO 1: INSTRUMENTO 1 - FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

|  | | <h3>Ficha de recolección de datos</h3> | | | | | | | |
|---|---|--|----------|---------------------------|---------------------------------|----------------------|----------------|---------------|------------------|
| | | Datos de ubicación | | | Lugar de punto de muestreo | | | | |
| N° Muestra | Departamento | Provincia | Distrito | Técnica de muestreo | Nombre | Coordenadas UTM | | Altura (msnm) | Temperatura (°C) |
| | | | | | | N | S | | |
| CR-M | LIMA | Huarocharí | Matucana | Muestreo simple o puntual | Canal de regadío – pueblo libre | X: 18 L 0348329 | Y: UTM 8689640 | 2357 | 24 |
| Descripción de lugar: | Zona de chacras con animales vacunos, el agua incoloro, alrededor de la zona se observó piedras | | | | | | | | |
| Nombre y apellido: | ESCALANTE TUCNO ELENA BRIGITT | | | Facultad: | | Ingeniería Ambiental | | | |
| Fecha: | 05/09/2018 | | | Hora: | | 2:30 PM | | | |

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 2: INSTRUMENTO 2 - FICHA DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA EN CAMPO

| | | | | | | | | | | | |
|---|--------------------------------------|-------------------------------|----------------------------|---------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|---------------------|-------|------|--------------------------|---------|
|  | Ficha de recolección de datos | | | | | | | | | | |
| | Datos de la toma de muestra | | | | | Medición de parámetros in situ | | | | Características del agua | |
| N° Muestra | Código de la muestra | Material de frasco a utilizar | Cantidad de la muestra (L) | Técnica de muestreo | Profundidad (cm) | pH | CE $\mu\text{S/cm}$ | EH mV | T °C | Color | Olor |
| 01 | CR-M | Plástico | 50 | Muestreo simple o puntual | 14.5 | 8.75 | 648 | -77 | 23. | Medio verdoso-oscuro | inoloro |
| Nombre y apellido: | ESCALANTE TUCNO ELENA BRIGITT | | | | Facultad: Ingeniería Ambiental | | | | | | |
| Fecha: | 05/09/2018 | | | | Hora: 2:30 PM | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 3: INSTRUMENTO 3 - FICHA DE RESULTADO DE PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS

| N° | N° DE TRAT. | | MALLA (mm) | DOSIS (g) | TIEMPO (horas) | Parámetros fisicoquímicos inicial | | | | Parámetros fisicoquímicos final | | | |
|----|-------------|----------------|------------|-----------|----------------|-----------------------------------|----|-------------|---------|---------------------------------|----|-------------|---------|
| | | | | | | T (°C) | pH | CE (μS/cm) | EH (mV) | T (°C) | pH | CE (μS/cm) | EH (mV) |
| 1 | PRIMERO | T ₁ | 55 | 50 | 24 | | | | | | | | |
| 2 | | | 35 | 25 | | | | | | | | | |
| 3 | | | 15 | 12.5 | | | | | | | | | |
| 4 | | T ₂ | 55 | 50 | 48 | | | | | | | | |
| 5 | | | 35 | 25 | | | | | | | | | |
| 6 | | | 15 | 12.5 | | | | | | | | | |
| 7 | | T ₃ | 55 | 50 | 72 | | | | | | | | |
| 8 | | | 35 | 25 | | | | | | | | | |
| 9 | | | 15 | 12.5 | | | | | | | | | |
| 10 | segundo | T ₁ | 55 | 50 | 24 | | | | | | | | |
| 11 | | | 35 | 25 | | | | | | | | | |
| 12 | | | 15 | 12.5 | | | | | | | | | |
| 13 | | T ₂ | 55 | 50 | 48 | | | | | | | | |
| 14 | | | 35 | 25 | | | | | | | | | |
| 15 | | | 15 | 12.5 | | | | | | | | | |
| 16 | | T ₃ | 55 | 50 | 72 | | | | | | | | |
| 17 | | | 35 | 25 | | | | | | | | | |
| 18 | | | 15 | 12.5 | | | | | | | | | |
| 19 | tercero | T ₁ | 55 | 50 | 24 | | | | | | | | |
| 20 | | | 35 | 25 | | | | | | | | | |
| 21 | | | 15 | 12.5 | | | | | | | | | |
| 22 | | T ₂ | 55 | 50 | 48 | | | | | | | | |
| 23 | | | 35 | 25 | | | | | | | | | |
| 24 | | | 15 | 12.5 | | | | | | | | | |
| 25 | | T ₃ | 55 | 50 | 72 | | | | | | | | |
| 26 | | | 35 | 25 | | | | | | | | | |
| 27 | | | 15 | 12.5 | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 4: INSTRUMENTO 4 - Ficha de resultado de plomo inicial y final

| N° | N° de tratamiento | | Malla (mm) | Dosis (g) | Tiempo (horas) | Plomo inicial (mg/L) | Plomo final (mg/L) | Reducción de plomo |
|----|-------------------|------------------|------------|-----------|----------------|----------------------|--------------------|--------------------|
| 1 | Primero | T ₁ : | 55 | 50 | 24 | | | |
| 2 | | | 35 | 25 | | | | |
| 3 | | | 15 | 12.5 | | | | |
| 4 | | T ₂ : | 55 | 50 | 48 | | | |
| 5 | | | 35 | 25 | | | | |
| 6 | | | 15 | 12.5 | | | | |
| 7 | | T ₃ : | 55 | 50 | 72 | | | |
| 8 | | | 35 | 25 | | | | |
| 9 | | | 15 | 12.5 | | | | |
| 10 | Segundo | T ₁ : | 55 | 50 | 24 | | | |
| 11 | | | 35 | 25 | | | | |
| 12 | | | 15 | 12.5 | | | | |
| 13 | | T ₂ : | 55 | 50 | 48 | | | |
| 14 | | | 35 | 25 | | | | |
| 15 | | | 15 | 12.5 | | | | |
| 16 | | T ₃ : | 55 | 50 | 72 | | | |
| 17 | | | 35 | 25 | | | | |
| 18 | | | 15 | 12.5 | | | | |
| 19 | Tercero | T ₁ : | 55 | 50 | 24 | | | |
| 20 | | | 35 | 25 | | | | |
| 21 | | | 15 | 12.5 | | | | |
| 22 | | T ₂ : | 55 | 50 | 48 | | | |
| 23 | | | 35 | 25 | | | | |
| 24 | | | 15 | 12.5 | | | | |
| 25 | | T ₃ : | 55 | 50 | 72 | | | |
| 26 | | | 35 | 25 | | | | |
| 27 | | | 15 | 12.5 | | | | |

Fuente: Elaboración propi

ANEXO 5: MATRIZ DE CONSISTENCIA

| PROBLEMA GENERAL | OBJETIVO GENERAL | HIPÓTESIS GENERAL | VARIABLE INDEPENDIENTE | DEFINICIÓN CEONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES | UNIDAD DE MEDIDA |
|--|--|---|---|--|---|---|--|------------------|
| ¿Cuál es la eficiencia de biosorción de mezcla "Mangifera indica" y "citrus reticulado" para la remoción de plomo del canal de regadío - Matucana? | Determinar la eficiencia de biosorción de mezcla "Mangifera indica" y "citrus reticulada" para la remoción de plomo del canal de regadío - Matucana | H ₁ : La biosorción de la mezcla "Mangifera indica" y "Citrus reticulado" es eficiente para la remoción de plomo | Mezclas de Mangifera indica y citrus reticulada | Las características de la mezcla de mango y mandarina sus principales compuestos son lignina, celulosa, hemicelulosa, lignocelulosica,el hidroxilo, carboxilo y carbonilo y fenoles, hacen posible en el proceso de Biosorción los enlaces con iones metálicos en solución(Herbert,N.2016) | Los residuos de las cascaras de mango y mandarina serán recogidos, para ser lavado, Después el tiempo de secado al ambiente, y cortando en diferentes tamaños. Las que fueron de 55 mm, 35mm y 15mm. | Características de mezcla mango y mandarina | Granulometría | Mm |
| | | | | | | Tiempo | Horas | |
| | | | | | | Dosis | G | |
| | | Característica en el proceso de biosorción | | | | pH | Acido/base | |
| | | | | | | Temperatura | °C | |
| | | | | | | Potencial redox | mV | |
| | Conductividad eléctrica | µS/cm | | | | | | |
| PROBLEMA ESPECÍFICOS | OBJETIVO ESPECÍFICOS | HIPÓTESIS ESPECÍFICAS | VARIABLE DEPENDIENTE | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES | UNIDAD DE MEDIDA |
| ¿Cuál es la dosis optima de mezcla "Mangifera indica" y "citrus reticulado" para la remoción de plomo del canal de regadío - Matucana? | Determinar la dosis optima de mezcla "Mangifera indica" y de "citrus reticulada" para la remoción de plomo del canal de regadío - Matucana | H ₀ : A menor dosis de la mezcla "Mangifera indica" y "Citrus reticulado", no hay remoción de plomo | Biosorción de plomo del canal de regadío | Las aguas de canal de regadío están contaminadas con plomo debido a la contaminación antrópica o natural, haciéndola impropia para el Consumo humano, recreativa, etc. (Calvo, 2015). Causando daños irreparables en la salud humana y animales, llevándolo hasta la muerte. | El agua contaminada del canal de regadío en Matucana por metal pesado plomo será tratada mediante dosis que serán evaluados en 24 horas, 48 horas y 72 horas , utilizado el método de jarra estática, de acuerdo a la norma estándar de la calidad e agua | Eficiencia de remoción de plomo | Concentración inicial y final de plomo | % |
| ¿Cuáles son los parámetros fisicoquímicos de las aguas contaminadas con plomo, para la biosorción antes y post tratamiento en diferentes dosis de mezcla "Mangifera indica" y "citrus reticulada" del canal de regadío - Matucana? | Analizar los parámetros fisicoquímicos de las aguas contaminadas con plomo, para la biosorción antes y post tratamiento en diferentes dosis de mezcla "Mangifera indica" y "citrus reticulada" del canal de regadío - Matucana | H ₀ :Los parámetros fisicoquímicos de las aguas contaminadas con plomo, para la biosorción antes y post tratamiento son iguales en cada dosis de mezcla "Mangifera indica" y "citrus reticulada" | | | | Características del agua del canal de regadío | DBO | mg/L |
| | | | | | | | DQO | mg/L |
| | | | | | | | Oxígeno disuelto | mg/L |
| | | | Turbidez | mg/L | | | | |
| | | | Solidos suspendidos totales | mg/L | | | | |
| Temperatura | °C | | | | | | | |
| ¿Cuál es la capacidad de adsorción óptima generados por la mezcla "Mangifera indica" y "citrus reticulada" para la remoción de plomo del canal de regadío- Matucana? | Determinar la capacidad de adsorción óptima generados por la mezcla "Mangifera indica" para la remoción de plomo del canal de regadío - Matucana | H ₀ : A menor dosis de la mezcla "Mangifera indica" y "citrus reticulada", la capacidad de adsorción es baja | | | | pH | Acido/base | |

ANEXO 6: RESULTADOS DE MUESTRA DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

SOLICITADO POR : **ELENA BRIGITT ESCALANTE TUCNO**
Procedencia de muestras : Canal de Regadío Pueblo Libre - Matucana
Recepción de muestras : Lima, 10/ Setiembre / 2018

Análisis del Agua y Residuos Orgánicos (Inicial)

| Código | Pb mg/l |
|------------------------------------|---------|
| Muestra Inicial de Agua – CRPL - M | 0.1680 |
| Muestra Inicial de RO - MM | 0.0006 |

Método: EPA 3050 – Espectrometría de Absorción Atómica

NOTA:

CRPL: Canal de Regadío Pueblo Libre

M: Matucana

RO: Residuos Orgánicos

MM: Mango - Mandarina

Lima, 18 de Setiembre del 2018


MSc. Atilio Mendoza A.
Jefe Lab. Espectrometría

Av. Túpac Amarú N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
e-mail: labespectro@uni.edu.pe

ANEXO 7: RESULTADOS DE PRIMER TRATAMIENTO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

SOLICITADO POR : **ELENA BRIGITT ESCALANTE TUCNO**
Procedencia de muestras : Canal de Regadío Pueblo Libre - Matucana
Recepción de muestras : Lima, 14/ Octubre / 2018
Análisis de agua tratada Pb (Primer tratamiento)

| Nº de mallas | Pb mg/l |
|--------------|---------|
| T1 - M55-24 | 0.0910 |
| T1 - M35-24 | 0.0765 |
| T1 - M15-24 | 0.0677 |
| T2 - M55-48 | 0.0835 |
| T2 - M35-48 | 0.0745 |
| T2 - M15-48 | 0.0680 |
| T3 - M55-72 | 0.0800 |
| T3 - M35-72 | 0.0635 |
| T3 - M15-72 | 0.0601 |

Método: EPA 3050 – Espectrometría de Absorción Atómica

Lima, 20 de Octubre del 2018

MSc. Atilio Mendoza A.

Jefe Lab. Espectrometría

Av. Túpac Amarú N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
e-mail: labespectro@uni.edu.pe

ANEXO 8: RESULTADOS DEL SEGUNDO TRATAMIENTO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

SOLICITADO POR : **ELENA BRIGITT ESCALANTE TUCNO**
Procedencia de muestras : Canal de Regadío Pueblo Libre - Matucana
Recepción de muestras : Lima, 31/ Octubre / 2018
Análisis de agua tratada Pb (Segundo tratamiento)

| Nº de mallas | Pb mg/l |
|--------------|---------|
| M55-24 | 0.1045 |
| M35-24 | 0.0755 |
| M15-24 | 0.0681 |
| M55-48 | 0.0928 |
| M35-48 | 0.0730 |
| M15-48 | 0.0660 |
| M55-72 | 0.0867 |
| M35-72 | 0.0665 |
| M15-72 | 0.0646 |

Método: EPA 3050 – Espectrometría de Absorción Atómica

Lima, 08 de Noviembre del 2018


MSc. Atilio Mendoza A.
Jefe Lab. Espectrometría

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
e-mail: labespectro@uni.edu.pe

ANEXO 9: RESULTADOS DEL TERCER TRATAMIENTO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

SOLICITADO POR : ELENA BRIGITT ESCALANTE TUCNO
Procedencia de muestras : Canal de Regadío Pueblo Libre - Matucana
Recepción de muestras : Lima, 10/ Noviembre / 2018
Análisis de agua tratada Pb (Tercer tratamiento)

| Nº de mallas | Pb mg/l |
|--------------|---------|
| M55-24 | 0.0996 |
| M35-24 | 0.0785 |
| M15-24 | 0.0674 |
| M55-48 | 0.0945 |
| M35-48 | 0.0710 |
| M15-48 | 0.0655 |
| M55-72 | 0.0858 |
| M35-72 | 0.0638 |
| M15-72 | 0.0615 |

Método: EPA 3050 – Espectrometría de Absorción Atómica

Lima, 18 de Noviembre del 2018

MSc. Atilio Mendoza A.
Jefe Lab. Espectrometría

Av. Túpac Amarú N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
e-mail: labespectro@uni.edu.pe

ANEXO 10: RESULTADOS PRUEBA PILOTO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

SOLICITADO POR : **ELENA BRIGITT ESCALANTE TUCNO**
Procedencia de muestras : Canal de Regadío Pueblo Libre - Matucana
Recepción de muestras : Lima, 10/ Noviembre / 2018

Análisis de agua tratada Pb (Prueba Piloto y Absorción de Pb - MM)

| TIEMPOS | Pb mg/l |
|---------------------|---------|
| T1 M15 – 10 MINUTOS | 0.1107 |
| T2 M15 - 20 MINUTOS | 0.1035 |
| T3 M15 - 30 MINUTOS | 0.0915 |
| T4 M15 - 40 MINUTOS | 0.0887 |
| T5 M15 - 50 MINUTOS | 0.0795 |
| T6 M15 - 60 MINUTOS | 0.0705 |

| Código | Pb mg/l |
|------------------------------------|---------|
| Muestra Inicial de Agua – CRPL - M | 0.1680 |
| Muestra Final de RO - MM | 0.0995 |

Método: EPA 3050 – Espectrometría de Absorción Atómica

Lima, 18 de Noviembre del 2018


MSc. Atilio Mendoza A.
Jefe Lab. Espectrometría

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
e-mail: labespectro@uni.edu.pe



I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombre: Dr Horacio Acosta Suasnabar
 1.2. Cargo e institución donde labora: Universidad Cesar Vallejo
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de recolección de la muestra en campo
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Elena Brigitt Escalante tucno

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| CRITERIOS | INDICADORES | INACEPTABLE | | | | | | MINIMAMENTE ACEPTABLE | | | ACEPTABLE | | | |
|--------------------|--|-------------|----|----|----|----|----|-----------------------|----|----|-----------|----|----|-----|
| | | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
| 1. CLARIDAD | Esta formulado con lenguaje comprensible. | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 2. OBJETIVIDAD | Esta adecuado a las leyes y principios científicos. | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 3. ACTUALIDAD | Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación. | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 4. ORGANIZACIÓN | Existe una organización lógica. | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 5. SUFICIENCIA | Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 6. INTENCIONALIDAD | Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis. | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 7. CONSISTENCIA | Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos. | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 8. COHERENCIA | Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores. | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 9. METODOLOGÍA | La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis. | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 10. PERTINENCIA | El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico. | | | | | | | | | | ✓ | | | |

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

| |
|---|
| ✓ |
| |

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

| |
|------|
| 85 % |
|------|

Lima, 09 de noviembre del 2018

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI N° 08306595

CIP N° 25950



I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombre: Dr. Horacio Acosta Suasnabar
 1.2. Cargo e institución donde labora: Universidad Cesar Vallejo
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de recolección de datos
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Elena Brigg Escalante tucno

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| CRITERIOS | INDICADORES | INACEPTABLE | | | | | | MINIMAMENTE ACEPTABLE | | | ACEPTABLE | | | |
|--------------------|--|-------------|----|----|----|----|----|-----------------------|----|----|-----------|----|----|-----|
| | | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
| 1. CLARIDAD | Esta formulado con lenguaje comprensible. | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 2. OBJETIVIDAD | Esta adecuado a las leyes y principios científicos. | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 3. ACTUALIDAD | Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación. | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 4. ORGANIZACIÓN | Existe una organización lógica. | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 5. SUFICIENCIA | Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 6. INTENCIONALIDAD | Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis. | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 7. CONSISTENCIA | Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos. | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 8. COHERENCIA | Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores. | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 9. METODOLOGÍA | La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis. | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 10. PERTINENCIA | El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico. | | | | | | | | | | ✓ | | | |

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

| |
|-------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> |

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

| |
|------|
| 85 % |
|------|

Lima, 09 de noviembre del 2018

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 DNI N° 08306575

CIP N° 25450



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombre: Dr. Horacio Acosta Suasnabar

1.2. Cargo e institución donde labora: Universidad Cesar Vallejo.

1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de Resultados de Plomo Inicial y Final

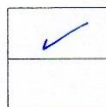
1.4. Autor(A) de Instrumento: Elena Brigg Escalante tucno

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| CRITERIOS | INDICADORES | INACEPTABLE | | | | | | MINIMAMENTE ACEPTABLE | | | ACEPTABLE | | | |
|--------------------|--|-------------|----|----|----|----|----|--------------------------|----|----|-----------|----|----|-----|
| | | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
| 1. CLARIDAD | Esta formulado con lenguaje comprensible. | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 2. OBJETIVIDAD | Esta adecuado a las leyes y principios científicos. | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 3. ACTUALIDAD | Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación. | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 4. ORGANIZACIÓN | Existe una organización lógica. | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 5. SUFICIENCIA | Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 6. INTENCIONALIDAD | Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis. | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 7. CONSISTENCIA | Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos. | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 8. COHERENCIA | Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores. | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 9. METODOLOGÍA | La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis. | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 10. PERTINENCIA | El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico. | | | | | | | | | | ✓ | | | |

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación



IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %

Lima, 09 de noviembre del 2018

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI N° 09306575

CIP N° 25950



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

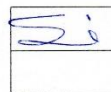
- 1.1. Apellidos y Nombre: Dr. Swan Julio Ordóñez Galvez
 1.2. Cargo e institución donde labora: Universidad Cesar Vallejo
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de recolección de datos.
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Elena Brigitt Escalante tucno

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| CRITERIOS | INDICADORES | INACEPTABLE | | | | | | MINIMAMENTE ACEPTABLE | | | ACEPTABLE | | | |
|--------------------|--|-------------|----|----|----|----|----|-----------------------|----|----|-----------|----|----|-----|
| | | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
| 1. CLARIDAD | Esta formulado con lenguaje comprensible. | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 2. OBJETIVIDAD | Esta adecuado a las leyes y principios científicos. | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 3. ACTUALIDAD | Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación. | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 4. ORGANIZACIÓN | Existe una organización lógica. | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 5. SUFICIENCIA | Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 6. INTENCIONALIDAD | Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis. | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 7. CONSISTENCIA | Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos. | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 8. COHERENCIA | Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores. | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 9. METODOLOGÍA | La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis. | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 10. PERTINENCIA | El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico. | | | | | | | | | | ✓ | | | |

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación



IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

80%

Lima, 09 de noviembre del 2018

 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 DNI N° 8844720



I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombre: Dr Juan Julio Ordoñez Galvez

1.2. Cargo e institución donde labora: Universidad Cesar Vallejo

1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de recolección de muestras en campo

1.4. Autor(A) de Instrumento: Elena Brigitt Escalante tucno

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| CRITERIOS | INDICADORES | INACEPTABLE | | | | | | MINIMAMENTE ACEPTABLE | | | ACEPTABLE | | | |
|--------------------|--|-------------|----|----|----|----|----|--------------------------|----|----|-----------|----|----|-----|
| | | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
| 1. CLARIDAD | Esta formulado con lenguaje comprensible. | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 2. OBJETIVIDAD | Esta adecuado a las leyes y principios científicos. | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 3. ACTUALIDAD | Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación. | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 4. ORGANIZACIÓN | Existe una organización lógica. | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 5. SUFICIENCIA | Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 6. INTENCIONALIDAD | Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis. | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 7. CONSISTENCIA | Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos. | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 8. COHERENCIA | Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores. | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 9. METODOLOGÍA | La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis. | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 10. PERTINENCIA | El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico. | | | | | | | | | | ✓ | | | |

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación



IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85%

Lima 09 de noviembre del 2018

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI N° 08447700



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

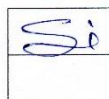
- 1.1. Apellidos y Nombre: Dr. Juan Julio Ordóñez Galvez
 1.2. Cargo e institución donde labora: Universidad Cesar Vallejo
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Índice de parámetros físico químicos
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Elena Brigitt Escalante tucno

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| CRITERIOS | INDICADORES | INACEPTABLE | | | | | | MINIMAMENTE ACEPTABLE | | | ACEPTABLE | | | |
|--------------------|--|-------------|----|----|----|----|----|-----------------------|----|----|-----------|----|----|-----|
| | | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
| 1. CLARIDAD | Esta formulado con lenguaje comprensible. | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 2. OBJETIVIDAD | Esta adecuado a las leyes y principios científicos. | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 3. ACTUALIDAD | Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación. | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 4. ORGANIZACIÓN | Existe una organización lógica. | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 5. SUFICIENCIA | Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 6. INTENCIONALIDAD | Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis. | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 7. CONSISTENCIA | Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos. | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 8. COHERENCIA | Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores. | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 9. METODOLOGÍA | La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis. | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 10. PERTINENCIA | El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico. | | | | | | | | | | ✓ | | | |

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación



IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

95%

Lima, 09 de noviembre del 2018

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
DNI N° 80442100



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombre: Dr. Juan Julio Ordoñez Galvez

1.2. Cargo e institución donde labora: Universidad Cesar Vallejo

1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de resultados de plomo inicial y final

1.4. Autor(A) de Instrumento: Elena Brigitt Escalante tucno

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| CRITERIOS | INDICADORES | INACEPTABLE | | | | | | MINIMAMENTE ACEPTABLE | | | ACEPTABLE | | | |
|--------------------|--|-------------|----|----|----|----|----|-----------------------|----|----|-----------|----|----|-----|
| | | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
| 1. CLARIDAD | Esta formulado con lenguaje comprensible. | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 2. OBJETIVIDAD | Esta adecuado a las leyes y principios científicos. | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 3. ACTUALIDAD | Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación. | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 4. ORGANIZACIÓN | Existe una organización lógica. | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 5. SUFICIENCIA | Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 6. INTENCIONALIDAD | Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis. | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 7. CONSISTENCIA | Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos. | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 8. COHERENCIA | Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores. | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 9. METODOLOGÍA | La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis. | | | | | | | | | | ✓ | | | |
| 10. PERTINENCIA | El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico. | | | | | | | | | | ✓ | | | |

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :



85 %

Lima, 09 de noviembre del 2018

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
DNI N° 091117205



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

INFORME DE OPINION DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: Luis Mendoza Apolaya
 1.2. Cargo e institución donde labora: Universidad Cesar Vallejo
 1.3. Especialidad del validador: Ingeniería Ambiental
 1.4. Nombre del instrumento: Ficha de recolección de datos - Instrumento 1
 1.5. Título de la Investigación:
 1.6. Autor del instrumento: Elena Brigitt Escalante tucno

ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| CRITERIOS | INDICADORES | INACEPTABLE | | | | | | MINIMAMENTE ACEPTABLE | | | ACEPTABLE | | | |
|------------------------|--|-------------|----|----|----|----|----|-----------------------|----|----|-----------|----|----|-----|
| | | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
| 1. CLARIDAD | Esta formulado con lenguaje comprensible. | | | | | | | | | | | ✓ | | |
| 2. OBJETIVIDAD | Esta adecuado a las leyes y principios científicos. | | | | | | | | | | | ✓ | | |
| 3. ACTUALIDAD | Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación. | | | | | | | | | | | ✓ | | |
| 4. ORGANIZACIÓN | Existe una organización lógica. | | | | | | | | | | | ✓ | | |
| 5. SUFICIENCIA | Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales | | | | | | | | | | | ✓ | | |
| 6. INTENCIONALIDAD | Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis. | | | | | | | | | | | ✓ | | |
| 7. CONSISTENCIA | Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos. | | | | | | | | | | | ✓ | | |
| 8. COHERENCIA | Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores. | | | | | | | | | | | ✓ | | |
| 9. METODOLOGÍA | La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis. | | | | | | | | | | | ✓ | | |
| 10. PERTINENCIA | El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico. | | | | | | | | | | | ✓ | | |
| PROMEDIO DE VALIDACIÓN | | | | | | | | | | | | ✓ | | |

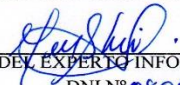
PERTINENCIA DE LOS ITEMS O RECATIVOS DEL INSTRUMENTO

| INSTRUMENTO | SUFICIENTE | MEDIANAMENTE SUFICIENTE | INSUFICIENTE |
|-------------|------------|-------------------------|--------------|
| | ✓ | | |
| | | | |
| | | | |

II. PROMEDIO DE VALORACIÓN... 90 IV. OPINION DE APLICABILIDAD

- (X) El instrumento puede ser aplicada tal como está elaborado
 () El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado

Lima, 09 de noviembre del 2018


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 DNI N° 08007564



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombre: Luis Mendoza Apolaya

1.2. Cargo e institución donde labora: Universidad Cesar Vallejo

1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de recolección de datos - Instrumento 2

1.4. Autor(A) de Instrumento: Elena Brigitt Escalante tucno

Muestra EN CAMPO

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

| CRITERIOS | INDICADORES | INACEPTABLE | | | | | | MINIMAMENTE ACEPTABLE | | | ACEPTABLE | | | |
|--------------------|--|-------------|----|----|----|----|----|-----------------------|----|----|-----------|----|----|-----|
| | | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
| 1. CLARIDAD | Esta formulado con lenguaje comprensible. | | | | | | | | | | | / | | |
| 2. OBJETIVIDAD | Esta adecuado a las leyes y principios científicos. | | | | | | | | | | | / | | |
| 3. ACTUALIDAD | Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación. | | | | | | | | | | | / | | |
| 4. ORGANIZACIÓN | Existe una organización lógica. | | | | | | | | | | | / | | |
| 5. SUFICIENCIA | Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales | | | | | | | | | | | / | | |
| 6. INTENCIONALIDAD | Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis. | | | | | | | | | | | / | | |
| 7. CONSISTENCIA | Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos. | | | | | | | | | | | / | | |
| 8. COHERENCIA | Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores. | | | | | | | | | | | / | | |
| 9. METODOLOGÍA | La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis. | | | | | | | | | | | / | | |
| 10. PERTINENCIA | El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico. | | | | | | | | | | | / | | |

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

| |
|----|
| Si |
| |

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %

Lima, 09 de noviembre del 2018

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI N° 08057564